



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE GEOGRAFÍA

LICENCIATURA EN GEOGRAFÍA

**“ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS Y SU RELACIÓN CON
LOS CONTAMINANTES EN LOS MUNICIPIOS DE TOLUCA,
METEPEC Y SAN MATEO ATENCO PARA LOS AÑOS 2011 Y
2015.”**

Tesis

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:

LILI GLADYS RUIZ MANZANARES

ASESORA:

DRA. MARCELA VIRGINIA SANTANA JUARÉZ

REVISORES:

DRA. GIOVANNA SANTANA CASTAÑEDA

DR. LUIS RICARDO MANZANO SOLÍS



JUNIO 2019

Índice General

1. CAPÍTULO 1

1.1	Introducción	10
1.2	Resumen.....	13
1.3	Justificación.....	14
1.4	Planteamiento del problema	15
1.5	Objetivos.....	17
1.6	Hipótesis.....	17
1.7	Antecedentes internacionales	29
1.8	Antecedentes en México	29

2 CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1	Geografía.....	25
2.2	Geografía Médica y Geografía de la Salud.....	27
2.3	Análisis espacial en estudios de la geografía de las enfermedades.....	32
2.4	Red Automática de Monitoreo Atmosférico RAMA.....	34
2.5	Contaminación Atmosférica.....	36
2.6	Enfermedades respiratorias y su relación con los contaminantes.....	40

3 CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1	Universo de Estudio	45
3.2	Caracterización	45
3.3	Tipo de estudio.....	51
3.4	Fuente de datos.....	51
3.5	Variables e indicadores	52
3.6	Métodos	52
3.7	Análisis de la información.....	55
3.8	Generación de cartografía.....	55
3.9	Esquema metodológico	56

4. CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1.	Distribución espacial de las enfermedades del aparato respiratorio	58
4.2.	Distribución espacial de los contaminantes PM2.5 y PM10	61
4.3.	Relacionar las enfermedades del aparato respiratorio con la distribución de los contaminantes	
4.4.	PM2.5 y PM10.....	71
	Conclusiones y Recomendaciones.....	79
	Referencia.....	85

Anexos

Anexo I Población 2011-2015.

Anexo II Gráficas de Enfermedades del Aparato Respiratorio 2011-2015.

Anexo III Gráficas de contaminantes por estación 2011-2015.

Anexo IV Mapas de interpolación de contaminantes 201-2015.

Anexo V Graficas de mapas de contaminantes 2011-2015.

Anexo VI Gráficas de correlación 2011-2015.

Anexo VII Vigilancia Epidemiológica CIE

Índice de Figuras

Figura 1.1. Mapa de mortalidad por cólera en Soho, Londrs en 1854.....	29
Figura 1.2. Determinantes de salud señalados por la Organización Mundial de la Salud.....	32
Figura 1.3. Mapa de localización de la red de monitoreo Atmosférico (RAMA) en Toluca, Metepec y San Mateo Atenco.....	36
Figura 1.4. Ubicación Geográfica del área de estudio, Toluca Metepec y San Mateo Atenco.....	46
Figura 1.5. Dinámica de vientos predominantes.....	50
Figura 1.6. Cuadrante del análisis bivariado.....	54
Figura 1.7. Mapa de localización de la red de monitoreo Atmosférico (RAMA)	61
Figura 1.8 Partículas suspendidas PM _{2.5} 2011.....	63
Figura 1.9 Partículas suspendidas PM ₁₀ 2011.....	63
Figura 1.10 Partículas suspendidas PM _{2.5} 2015.....	67
Figura 1.11 Partículas suspendidas PM ₁₀ 2015.....	67
Figura 1.12 Representación cartográfica de análisis bivariado de casos de enfermedades del aparato respiratorio y Partículas Suspendidas PM _{2.5} , 2011.....	73
Figura 1.13 Representación cartográfica de análisis bivariado de casos de enfermedades del aparato respiratorio y Partículas Suspendida PM ₁₀ , 2011.....	76
Figura 1.14 Representación cartográfica de análisis bivariado de casos de enfermedades del aparato respiratorio y Partículas Suspendidas PM _{2.5} , 2015.....	79
Figura 1.15 Representación cartográfica de análisis bivariado de casos de enfermedades del aparato respiratorio y Partículas Suspendidas PM ₁₀ , 2015.....	82

Índice de Cuadros

Cuadro 2.1. Antecedentes de contaminación y salud.....	18
Cuadro 2.2 Historia de las modificaciones la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA)	34
Cuadro 2.3. Descripción del parámetro y unidad medida.....	35
Cuadro 2.4 Ubicación de elevaciones.....	48
Cuadro 2.5 Análisis bivariado de casos de enfermedades del aparato respiratorio y Partículas Suspendidas PM _{2.5} (valores estandarizados) 2011.....	72
Cuadro 2.6 Análisis bivariado de casos de enfermedades del aparato respiratorio y Partículas Suspendidas PM ₁₀ (valores estandarizados) 2011.....	75
Cuadro 2.7 Análisis bivariado de casos de enfermedades del aparato respiratorio y Partículas Suspendidas PM _{2.5} (valores estandarizados) 2015.....	77
Cuadro 2.8 Análisis bivariado de casos de enfermedades del aparato respiratorio y Partículas Suspendidas PM ₁₀ (valores estandarizados) 2015.....	81

Índice de Gráficas

Gráfica 3.1. Enfermedades del aparato respiratorio del año 2011 (casos).....	59
Gráfica 3.2. Enfermedades del aparato respiratorio del año 2015(casos).....	59
Gráfica 3.3. Total anual de enfermedades del aparato respiratorio de los años 2011 y 2015.....	60
Gráfica 3.4. Comportamiento anual de Partículas suspendidas PM _{2.5} 2011.....	64
Gráfica 3.5. Comportamiento anual de Partículas suspendidas PM ₁₀ 2011.....	64
Gráfica 3.6. Estación de Metepec. Contaminación mensual, 2011.....	65
Gráfica 3.7. Estación de Aeropuerto. Contaminación mensual, 2011.....	65
Gráfica 3.8. Estación de San Cristobal. Contaminación mensual, 2011.....	66
Gráfica 3.9. Comportamiento Anual de Partículas Suspendidas PM _{2.5} 2015.....	67
Gráfica 3.10. Comportamiento Anual de Partículas Suspendidas PM ₁₀ 2015.....	68
Gráfica 3.11. Estación de Metepec. Contaminación mensual, 2015.....	69
Gráfica 3.12. Estación de Ceboruco. Contaminación mensual, 2015.....	69
Gráfica 3.13. Estación de Aeropuerto. Contaminación mensual, 2015.....	70
Gráfica 3.14. Estación de San Cristóbal. Contaminación mensual, 2015.....	70

Abreviaturas

CEPAL: Comisión Económica para América Latina.

CLUES: Clave única de Establecimiento de Salud.

CMNUCC: Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

CONABIO: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

GEM: Gobierno del Estado de México.

INECC: Instituto Nacional Ecología y Cambio Climático.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

IRAS: Infecciones Respiratorias Agudas.

ISEM: Instituto de Salud del Estado de México.

NOM: Norma Oficial Mexicana.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

PM 2.5 Partículas Suspendidas menores a dos puntos cinco micrómetros.

PM10: Partículas Suspendidas menores a diez micrómetros.

RAMA: Red de Automática de Monitoreo Atmosférico.

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SESMA: Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.

SIG: Sistemas de Información Geográfica.

SOAGAM: Sistema de Ordenamiento Ambiental de la Gran Área Metropolitana.

SUIVE: Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica.

USEPA: United States Environmental Protection Agency.

ZMCT: Zona Metropolitana Conurbada de Toluca.

ZMVT: Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

ucg/m3- microgramos por metro cúbico.

1.1 Introducción

El espacio geográfico como categoría de análisis de la Geografía ha permitido estudios referidos en las áreas de epidemiología y análisis ambiental, para identificar la organización espacial de la morbilidad y de la difusión de enfermedades en el tiempo y en el espacio. El Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica 2014, reportó poco más de 46 millones de casos de enfermedad, 27 en mujeres y 19 en hombres. La causa más frecuente de atención entre los hombres fueron las reportadas como “infecciones respiratorias agudas”, con 12.1 millones de casos, más de 60% del total. La infección respiratoria aguda (IRAS) se considera una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en el mundo. Se estima que cada año se producen cuatro millones de muertes por esta causa. Los grupos más vulnerables para morir por IRA son los menores de 5 años, las personas que cursan con alguna enfermedad crónica de base, en especial aquellos que cursan con algún tipo de inmunosupresión, y las personas mayores de 60 años. Entre 2000 y 2013 la tasa de mortalidad por IRA en México mostró un comportamiento variable, en 2000 fue de 14.5 y en 2013 de 15.4 (SINAVE 2014.)

Esta conclusión duplica con creces las estimaciones anteriores y confirma que la contaminación atmosférica constituye en la actualidad, por sí sola, el riesgo ambiental para la salud más importante del mundo (OPS 2014). La contaminación del aire representa un riesgo medio-ambiental como las partículas suspendidas PM₁₀, PM_{2.5}, que tienen un impacto en la salud, ya que presentan características toxicológicas, lo cual depende de su origen y composición química como es el caso en algunas ciudades del norte de México, con gran crecimiento urbano y rural, actividad industrial y localización geográfica (Osornio et al., 2007).

Esta investigación tiene como objeto analizar la distribución de las enfermedades del aparato respiratorio relacionándolo con los contaminantes Partículas suspendidas PM_{2.5}, PM₁₀ de la Red Ambiental de Monitoreo Atmosférico (RAMA) conformado por siete estaciones que se localizan en los municipios de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco, para los años 2011 y 2015.

La investigación se encuentra estructurada por cuatro capítulos: el primer apartado incluye el planteamiento del problema, justificación, los objetivos, y la hipótesis.

Capítulo I: Se desarrolla el marco metodológico se incluyen delimita el universo de estudio la caracterización donde presenta el apartado de la ubicación geográfica de la zona de estudio y se describen las características físicas, el tipo de estudio, se obtuvo la información de salud en el

Instituto de Salud del Estado de México (ISEM) del total de enfermedades del aparato respiratorio, la información ambiental se obtuvo de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) Partículas Suspendidas $PM_{2.5}$ y PM_{10} , para los municipios de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco de los años 2011 y 2015, con respecto a la población 2011 se obtuvo de la proyección del Consejo Nacional de Población CONAPO y de la población 2015 de censo de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), además de los métodos y análisis de la depuración de información para generación e la cartografía necesaria siguiendo como base un esquema metodológico.

Capítulo II: Aborda el marco teórico y conceptual en el cual se describe a la geografía como ciencia interdisciplinaria con objeto de estudio la relación hombre–espacio, derivando así la Geografía de la salud para conocer las relaciones entre salud-ambiente-humano, abordando las enfermedades del aparato respiratorio donde se desglosan cinco enfermedades generales Infecciones respiratorias agudas, Tuberculosis respiratoria, Otitis media aguda, Neumonía y bronconeumonía; la cual es una variable dependiente y la contaminación como variable independiente. Así mismo se presenta el apartado ambiental sobre de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) de las partículas suspendidas y la relación que tienen ambas variables.

Capítulo III: Se presenta un apartado del Marco de referencia a nivel internacional y nacional sobre la prevaencia de la contaminación y la salud en la población donde se sitúa en países subdesarrollados que fue donde tuvo su comienzo.

Capítulo IV: Se muestra los resultados que son los productos finales de esta investigación, como son la representación de los mapas, gráficas y cuadros, que muestran la distribución de las variables estudiadas salud y ambiental, como primer variable salud y contaminación del aire se analizó la distribución espacial de las enfermedades del aparato respiratorio de los meses con mayor incidencia de enfermedad y el análisis anual de los dos años 2011 y 2015; como segunda variable se obtuvo el mapa de interpolación de la distribución espacial de los contaminantes $PM_{2.5}$, PM_{10} y por meses y anuales de los años 2011 y 2015, como producto final el análisis bivariado de las dos variables con su representación cartográfica de los tres municipios de estudio Toluca Metepec y San Mateo Atenco.

Finalmente, se tiene una sección de conclusiones y recomendaciones para el trabajo, donde se destacan los resultados obtenidos de la investigación y si se cumplieron los objetivos planteados, además de tener un apartado de anexos, donde se complementa información obtenida en el trabajo, con la intención de facilitar la comprensión de la investigación.

1.2. Resumen

En esta investigación se identifican las áreas de distribución de las enfermedades del aparato respiratorio en los municipios de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco para los años 2011 y 2015, la información se obtuvo a nivel municipio del SUIVE a través del Instituto de Salud del Estado de México ISEM análisis de distribución a través de método bivariado y de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA), de los datos de contaminantes $PM_{2.5}$ PM_{10} , el análisis de la distribución a través de interpolación de datos raster Integrado por el sistema de Información Geográfica QGIS. Los modelos espaciales indican las enfermedades que los contaminantes son dispersados hacia el sureste, por ello es necesario tomar medidas preventivas hacia es contexto ambiente salud, para las mejoras en el desarrollo de la población.

Palabras clave: contaminación y salud, análisis bivariado de enfermedades respiratorias, interpolación de contaminantes, $PM_{2.5}$ y PM_{10} .

1-3 Justificación

La inhalación de aire, aun contaminado, es un acto obligatorio e involuntario para la supervivencia de los organismos lo que implica diversos desafíos entre ellos la contaminación ambiental y salud pública, diariamente por existencia de todo ser vivo, nuestros pulmones filtran 15 kg de aire atmosférico, mientras que solo absorbemos 2.5 kg de agua y menos de 1.5 kg de alimento (Adame, 2000).

Los estudios geográficos sobre las enfermedades respiratorias agudas bajas y altas, neumonía y bronquitis y la relación de los contaminantes , $PM_{2.5}$ y PM_{10} en los últimos años se han conocido algunos efectos a la salud y el incremento de las concentraciones que puede originar las Partículas Suspendidas de 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$) y Partículas Suspendidas de 10 micrómetros (PM_{10}) sin embargo no existe un estudio específico donde se relacione las concentraciones de contaminantes obtenidos de las Red de Monitoreo Atmosférico con enfermedades respiratorias no solo en la Ciudad de Toluca que ha crecido aceleradamente sino que las grandes ciudades del país.

La importancia de realizar una investigación sobre la distribución espacial de las enfermedades respiratorias agudas bajas y altas, neumonía y bronquitis y los contaminantes del aire, es para darle un enfoque geográfico utilizando los principios indispensables para su análisis (localización, distribución, correlación, causalidad y evolución) mediante cartografía con apoyo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los resultados de esta investigación sobre la distribución de las enfermedades del aparato respiratorio y los contaminantes, pueden ser un factor que está afectando a la salud, aumentando a las enfermedades respiratorias en la población, el estudio se realizó con la finalidad de proporcionar elementos que permitan aportar y contribuir en el mejoramiento de toma de decisiones para poder gestionar estrategias de mitigación y medidas preventivas ante estos fenómenos antropogénicos y de salud.

1.4 Planteamiento del problema

El Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica 2014, reportó poco más de 46 millones de casos de enfermedad, 27 en mujeres y 19 en hombres. La causa más frecuente de atención entre los hombres fueron las reportadas como “infecciones respiratorias agudas”, con 12.1 millones de casos, más de 60% del total. Esta conclusión duplica con creces las estimaciones anteriores y confirma que la contaminación atmosférica constituye en la actualidad, por sí sola, el riesgo ambiental para la salud más importante del mundo. Por su parte un nuevo análisis sistemático de todos los riesgos a la salud encontró que la contaminación por partículas finas es un problema de salud pública mayor; contribuyendo anualmente con más de 3.2 millones de muertes prematuras en el mundo y alrededor de 76 millones de años de vida saludable perdidos (IHME 2012).

En la actualidad los estudios están orientados a detectar los efectos adversos en la salud a partir de niveles comunes de contaminación lo cual ha provocado en los residentes de ciudades, áreas metropolitanas o mega ciudades la necesidad de atención sanitaria, por otro lado advierte el aumento de la morbilidad de la población por ser contaminantes cuya vía de entrada al organismo es la inhalatoria, es de esperarse que sus principales efectos sean en las vías respiratorias y los grupos más susceptibles como los niños, los ancianos y a las familias de pocos ingresos y con un acceso limitado a la asistencia médica (OMS, 2018).

Las tendencias temporales y espaciales en ocho ciudades mexicanas: la Zona Metropolitana del Valle de México, la Zona Metropolitana de Guadalajara, la Zona Metropolitana del Valle de Toluca; Puebla, la Zona Metropolitana de Matamoros, Ciudad Juárez, Tijuana y Mexicali, durante el periodo 1997-2005. En el 2007 el de Instituto Nacional Ecología Cambio Climático (INECC) y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), realizaron un estudio acerca de los efectos del cambio climático en México, en donde plantean escenarios sobre los impactos que tendrá país. Debido a las variaciones climáticas, se presenta el cambio de aptitud del suelo, provocando y afectando la producción de básicos en alimentación.

En México el Programa Nacional de Salud 2013-2018, en donde señala que, desde hace décadas, se ha observado un cambio en la manera de enfermar y de morir debido a la transformación de los patrones de daños a la salud impone retos en la manera de organizar y gestionar los servicios.

La zona metropolitana del valle de Toluca se constituye como la quinta zona de mayor importancia a nivel nacional, con una población de 1.85 millones de habitantes (INEGI 2010). La calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), de acuerdo con las tendencias de la Calidad del aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009), se ha visto deteriorada en los últimos años como resultado del incremento del parque vehicular que para 2009 se calculaba en 430 mil unidades, así como de las actividades agrícolas y extractivas que se desarrollan en torno a la zona urbana (INECC, 2011).

Los efectos de los cambios sobre la salud humana es la exposición a las partículas suspendidas “respirables” (menores de 10 micras) y “finas” (menores de 2,5 micras) y provenientes principalmente de la combustión de materiales fósiles, es la razón principal de la morbilidad y mortalidad asociada a la contaminación del aire (D., F. 2005).




Por ello es importante conocer la distribución espacial de las enfermedades del aparato respiratorio para los municipios de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco para los años 2011 y 2015 saber cuáles son las áreas de mayor incidencia y hacer una relación de los contaminantes, PM_{2.5} y PM₁₀ para comprender los cambios de dichas enfermedades en la población de estudio.

1.5 Objetivos

Objetivo general

Analizar la distribución espacial de enfermedades del aparato respiratorio y su relación con los contaminantes Partículas Suspendidas de 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$) y Partículas Suspendidas de 10 micrómetros (PM_{10}) en los municipios de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco para los años 2011 y 2015.

Objetivos específicos

-  Analizar la distribución espacial de las enfermedades del aparato respiratorio en los municipios de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco para los años 2011 y 2015.
-  Analizar la distribución espacial de los contaminantes $PM_{2.5}$ y PM_{10} en los municipios de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco para el año 2011 y 2015.
-  Relacionar las enfermedades del aparato respiratorio con la distribución de los contaminantes $PM_{2.5}$ y PM_{10} en los municipios de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco para los años 2011 y 2015.

1.6 Hipótesis

La distribución espacial de las enfermedades del aparato respiratorio presenta una variación geográfica debido a los contaminantes del aire: Partículas Suspendidas de 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$) y Partículas Suspendidas de 10 micrómetros (PM_{10}).

1.7 Antecedentes internacionales

En el cuadro se hace una breve descripción de los antecedentes de las enfermedades respiratorias altas bajas, neumonía y bronquitis mostrando su evolución (cuadro 2.6).

Cuadro 2.6. Antecedentes de contaminación y salud.

FECHA Y AUTOR	APORTACIÓN
1954. Ministerio de Salud y Mortalidad y Morbilidad Durante la Niebla de Londres	El impacto de la contaminación atmosférica en la salud se prolongaron durante más de un año.
2007. Madrid. Julio Díaz Jiménez y Cristina Linares Gil	Una relación en salud humana y la exposición de contaminantes
2012. Colombia. Golub	Interés creciente relacionado con la problemática y degradación ambiental que genera la contaminación atmosférica
2009. Chile. Manuel Fuenzalida Díaz	Evaluar el impacto en diferentes territorios para las enfermedades respiratorias y cardiovasculares asociadas a contaminación por PM ₁₀ .
2016. Bolivia. Giovanni	Estudio de series temporales de PM ₁₀ que muestran la mala calidad del aire en Cochabamba
2006. Chihuahua. Campos	Se observó que las mayores concentraciones de partículas de polvo registradas como PM ₁₀
2016. Hermosillo Sonora. Martín C. et al.	La calidad del aire en cuanto a los niveles de Pb, Cd, Ni, Cu y Cr presentes, así como su posible relación con la salud respiratoria
2016. Guadalajara. Figueroa M; et al.	Los eventos críticos por contaminación atmosférica se asocian a enfermedades respiratorias y cardiovasculares

Fuente: Elaboración propia (2019).

Comportamiento de las enfermedades respiratorias altas bajas, neumonía y bronquitis a nivel Internacional

Se desarrolló en Londres 1952 una gruesa capa de niebla a temperaturas cercanas a 0°C. La niebla persistió sin disminuir durante varios días y se generó una preocupación importante entre la población, hubo una gran demanda de camas hospitalarias y el 8 de diciembre los hospitales del Centro de Londres emitieron un comunicado de emergencia por falta de camas. Las investigaciones para valorar el impacto de la contaminación atmosférica en la salud se prolongaron durante más de un año. (Ministerio de Salud y Mortalidad y Morbilidad Durante la Niebla de Londres 1954).

Diversos estudios han tenido una relación en salud humana y la exposición de contaminantes desde entonces para el 2007 en Madrid, se realizó un reporte sobre el cambio climático; Temperaturas Extremas y Salud realizados por la universidad de Madrid por Julio Díaz Jiménez y Cristina Linares Gil donde analizan el aumento de la morbi- mortalidad con la existencia de extremos térmicos son múltiples las evidencias científicas que relacionan estos extremos con efectos adversos en salud.

Más tarde la calidad del aire y morbilidad en Colombia comenzó un interés creciente relacionado con la problemática y degradación ambiental que genera la contaminación atmosférica; esta preocupación ha tomado fuerza en los últimos años debido al incremento de los efectos que se han causado a la salud de las personas y al ambiente, más aún cuando es conocido que las pérdidas causadas anualmente en el país por la contaminación local. La mortalidad representa cerca de la mitad de la carga de morbilidad atribuible a la contaminación atmosférica y la morbilidad constituye la otra mitad. (Golub, 2012).

La Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile, a través del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA) del Sistema Nacional de Servicios de Salud, está a cargo de la vigilancia de la calidad del aire de la Región Metropolitana de Santiago. La red de monitoreo cuenta con ocho estaciones automáticas distribuidas en el área metropolitana. (Comisión Nacional del Medio Ambiente 1997).

Más tarde se realizó un estudio en Chile (Manuel Fuenzalida 2009) realizó un estudio el cual habla sobre la contaminación por PM₁₀ y sus consecuencias en la salud: una mirada desde la justicia ambiental sobre la salud, tomando en cuenta los datos PM₁₀ en un promedio de 24 horas por día expresados en micrómetros por metro cubico, y con las estaciones correspondientes al

lugar de estudio, además de su variable salud sus egresos hospitalarios de enfermedades cardiovasculares, Disritmia y enfermedades respiratorias; la cual el protocolo estadístico resulto útil para medir y evaluar el impacto en diferentes territorios para las enfermedades respiratorias y cardiovasculares asociadas a contaminación por pm10 y el grado de desigualdad en salud que soportan los distintos grupos sociales residentes, el cual los resultados que se obtuvieron permitan dilucidar las relaciones de patrones territoriales de morbilidad PM 10 Y la asociación entre (des) igualdad socio-espacial e (in) justicia ambiental imputable a la localización según morbilidad.

Para el caso de Bolivia presenta un estudio de series temporales de PM₁₀ que muestran la mala calidad del aire en Cochabamba. Todos los años en estudio se observaron superación de la norma de la OMS y gran parte del año, especialmente en época invernal, se superó la norma boliviana. Esto es preocupante debido a que existe riesgo de afectación a la salud de la población, la cual puede presentarse durante todo el año. Además, se hallaron valores atípicos tanto en el periodo estival como en el invernal. La mayor concentración de PM10 se produce alrededor de las 9:00 h (Giovanni 2016).

1.8 Antecedentes en México

En México, los estudios relacionados con la salud según Santana (2009) han sido elaborados principalmente por médicos, epidemiólogos, antropólogos y sociólogos, quienes han considerado indicadores de mortalidad y morbilidad. Sin embargo, poco se contemplan las relaciones con el contexto sociodemográfico y geográfico de la población y el territorio, condiciones que también inciden en la salud humana.

El comportamiento de las concentraciones de las PM10 a lo largo del año puede deberse a que en los meses fríos se tiene una menor capacidad dispersiva del contaminante en la atmósfera y se facilita su acumulación. Además, por tratarse de la época seca del año, ocurre una mayor suspensión de PM del suelo. En contraparte, en los meses de la época de lluvias las partículas son eliminadas por retención y arrastre en las gotas de lluvia, fenómenos que tienen un efecto de limpieza en la atmósfera (Ashworth et al., 2013).

Se ha detectado que las emisiones de partículas en áreas urbanas son afectadas por la incidencia de los procesos erosivos que incrementan las concentraciones de este contaminante como resultado de los procesos de la dinámica de vientos (Meza et al., 2010). En el caso de la ciudad

de Chihuahua se observó que las mayores concentraciones de partículas de polvo registradas como PM_{10} se presentan hacia el centro de la ciudad sin embargo en este caso se considera como resultado de la actividad industrial preponderante en la zona (Campos, 2006).

En muchas ciudades del mundo se ha identificado que la contaminación atmosférica generada por el crecimiento industrial y poblacional puede representar daños a la salud. El estudio evalúa la calidad del aire en cuanto a los niveles de Pb, Cd, Ni, Cu y Cr presentes, así como su posible relación con la salud respiratoria (infecciones respiratorias agudas, conocidas como IRAS y neumonías-bronconeumonías) durante un periodo anual, en seis ciudades (Agua Prieta, Nogales, Puerto Peñasco, Hermosillo, Guaymas y Obregón) de Sonora, México.

Se muestrearon partículas suspendidas totales por alto volumen cada seis días y las muestras fueron analizadas por absorción atómica. Se encontró que, a excepción del Ni en la ciudad de Nogales, las concentraciones de los metales estudiados no rebasaron los máximos permisibles utilizados como criterio de calidad del aire (Pb según norma mexicana, Ni según norma de la comunidad europea y Cu y Cr según norma canadiense). En el presente estudio se identificó una correlación significativa entre IRAS y Cu en Hermosillo y Obregón, y entre Ni y neumonías-bronconeumonías en Guaymas. La presencia de metales y el daño a la salud que ello representa, hacen necesario que las ciudades evaluadas en este estudio cuenten con la estrategia gubernamental mexicana de un programa de mejoramiento de la calidad del aire (Martín C. et al 2016).

Diversas investigaciones en diferentes localidades urbanas en México y en el mundo, han documentado que los eventos críticos por contaminación atmosférica se asocian a enfermedades respiratorias y cardiovasculares, en atención a lo cual, se presenta este estudio que contribuye al conocimiento de las tendencias de PM_{10} y O_3 en la Zona Metropolitana de Guadalajara en base a la modificación 2014 de las normas para estos contaminantes, se hace una asociación con registros de enfermedades por neumonía en la población. Los resultados del estudio mostraron una buena relación funcional entre el número de violaciones a la norma de O_3 con la mortalidad por neumonía, además de una clara tendencia al alza en el número de veces que se exceden los valores estándar para este contaminante a lo largo de la serie de tiempo analizada. De forma particular se detectó un 49 % de mortalidad por neumonía en relación al número de veces al año que se exceden los valores normados para el contaminante O_3 . Para PM_{10} el número de violaciones a la norma mostró una clara tendencia a la baja, aunque por encima del promedio

anual del 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ referente al promedio anual. Las estadísticas obtenidas de la relación entre las enfermedades cardiovasculares dan cuenta de un aumento de mortalidad de un 30 al 40 % por exposición crónica a contaminantes como PM10 y O3 (Figueroa M; et al 2016).

Así pues, dicho fenómeno implica un problema latente, principalmente, en la salud de la población. Por ello es importante que se tomen medidas para reducir la contaminación atmosférica y aminorar riesgos. Desde principios de los años noventa se han implementado diversos programas gubernamentales con el objetivo de disminuir la emisión de contaminantes en la zona. A pesar de ello y principalmente por el origen multifactorial de la contaminación, el riesgo de sobrepasar las normas establecida sigue estando presente (Cecilia. R; et al 2016).

Mientras (Morelos Martínez, 2009) a través de un análisis univariante para la ZMCT, menciona que los periodos de mayor concentración de partículas se presentan en el mes de febrero a abril, siendo la zona norte donde se generan las máximas concentraciones, condición determinada por la dirección del viento en la zona, a partir de los registros de la red de monitoreo atmosférico correspondientes al periodo 1998-2005.

En el caso de partículas para la zona metropolitana de la ciudad de Toluca (R. Flores, Jesús Hernán et al., 2010), realizaron la modelación de partículas PM10 para el periodo de 1998 a 2006, a partir de los datos de la base de datos de la Red Automática de Monitoreo.

Atmosférico de la Toluca, a través del método estadístico de valores extremos, para modelar valores de predicción, a partir del conjunto de datos anuales, sin embargo, en este estudio únicamente se consideraron las PM10, sin tomar en cuenta la influencia de las variables meteorológicas.

Entre los antecedentes sobre el estudio de la calidad ambiental en Toluca destaca el trabajo de Orozco (2006) que analiza las tendencias en el proceso de transformación demográfica, económica y territorial de la Periferia Metropolitana de la Ciudad de Toluca. Por otra parte, Morales et al., (2007) analizan el comportamiento del clima en la ciudad de Toluca en función de los cambios ocurridos a nivel mundial y considerando las modificaciones derivadas del crecimiento de la población y su distribución territorial. Las variaciones atmosféricas son más causadas entre los espacios urbanos y rurales a medida que las ciudades son más grandes y su mancha urbana es más extensa, así como de la reducción de la vegetación, el aumento en la calefacción en casas y edificios y por la contaminación del aire. A partir de datos de las estaciones de la Red Automática de Monitoreo Ambiental (RAMA).

Por otro lado, respecto a las variaciones meteorológicas que pueden presentarse en la zona de estudio (Morales, Madrigal, & González, 2007), reportan que se generan islas de calor las cuales generan variaciones en la temperatura de que van de dos a cinco grados centígrados, por lo cual es un elemento a considerar en la influencia que estas islas de calor pueden generar en el comportamiento de las partículas y otros contaminantes atmosféricos.

Camacho J. (2009) elabora una tesis llamada, Cambio Climático y Salud. Asociación de la temperatura con enfermedades en menores de cinco años y mayores de 50 años, Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, México en donde plantea que las asociaciones entre las condiciones ambientales de un lugar, el estado de salud y las enfermedades de las personas están relacionadas. El estado de salud de bienestar de las personas puede ser afectado por factores abióticos, bióticos y socioculturales de los espacios geográficos donde éstas viven.

De acuerdo con Sandivar et al., (2014) la contaminación ambiental es parte inherente en las actividades del hombre. Muchos contaminantes no han sido evaluados responsablemente respecto a su toxicidad y posible impacto sobre la población y el ambiente, por tanto, se desconoce su incidencia en el aumento de enfermedades. Es imperiosa la necesidad de evaluar y detectar el impacto de las actividades antrópicas sobre los organismos y su ecosistema.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

CONCEPTUAL

2.1 Geografía

La palabra geografía en etimología, `geos´ tierra y ´graphos´ escritura o descripción de la Tierra hace referencia al espacio de la Tierra, el espacio que le interesa a la geografía es el espacio geográfico, o el territorio geográfico o paisaje geográfico (Ortega, 2000). La geografía es la ciencia encargada de estudiar las relaciones recíprocas del humano social con los hechos y fenómenos físicos que se desarrollan en el espacio geográfico, estas representaciones constituyen un objeto esencial para la Geografía para entender cómo funciona la dinámica del territorio (Vargas, 2012).

El concepto geográfico, resalta que a mitad del siglo pasado el estudio se centró en la geografía cuantitativa, que propone la adopción de metodologías que posibiliten la ciencia que descubra las pautas de distribución, el cual se dio a través de mapas que integran resultados de procedimientos estadísticos asociándolos a elementos del espacio geográfico (Buzai, 2006). Según el geógrafo mexicano Ángel Bassols Batalla 2002 : “Es la ciencia que estudia fenómenos naturales y sociales de la capa geográfica de la tierra, las causas de su formación, su distribución espacial y desarrollo en el tiempo, subrayando la relación y dependencia mutua de todos ellos y la diversidad que ofrecen.

La geografía estudia, en el mundo actual o en épocas pasadas, sólo algunos de los fenómenos materiales o sociales, aquellos cuya importancia natural y económica es comprobable y que se encuentran localizados en la llamada capa geográfica de nuestro planeta, (Bassols Á., 2002).

Principios de la Geografía

Los principios de la geografía son propuestos a lo largo de la evolución de la geografía y son cinco (Buzai y Baxendale, 2011).

- ❖ Principio de localización: (Federico Ratzel). Ubicar en el territorio hechos o fenómenos a estudiar y enfatizan la importancia de localizar de manera precisa y especificar la posición, forma, tamaño, altitud, límites y accesibilidad del sitio.

Principio de Causalidad: (Alexander Von Humboldt) Identifica cual o cuales fueron o son las principales causas que originan u originaron el hecho o fenómeno. El cual dice que todos los fenómenos geográficos deben ser estudiados en sus causas para determinar consecuencias (Santana G., 2011).

- ❖ Principio de Correlación: Hace referencia a cuáles son las relaciones existentes entre los fenómenos geográficos y las características físicas y sociales de un lugar determinado.
- ❖ Principio de Evolución: Todo se encuentra en constante transformación, es imperioso reconocer que la naturaleza y la sociedad son dinámicos, pueden estudiarse en un momento determinado o bien por series de tiempo.

2.2 Geografía médica y geografía de la salud

Los antecedentes teóricos más notables se reconocen en la Antropogeografía de Ratzel (1948) y la Geografía Humana de Vidal de la Blache (1922). M. Sorre despliega el potente arsenal de los conceptos de género de vida, de ecúmene y complejos patógenos, interpretando las enfermedades y la muerte como tema o aspecto central de la Geografía o Ecología Humana, trazando fundamentos de la Geografía Médica aún vigentes, aunque poco explorados (Sorre, 1955).

La geografía tiene por objeto proporcionar al humano una descripción científica y ordenada de su mundo mediante el análisis de los territorios y de los procesos sociales y naturales. En la geografía de la salud el espacio geográfico es entendido en la perspectiva de Milton Santos quien lo entiende como un sistema de objetos formas como una casa, la industria, un cultivo o una ciudad, todo lo que existe sobre la superficie de la tierra y se convierten en herramienta para el desarrollo de la vida; y un sistema de acciones funciones que pueden ser de producción circulación y consumo del espacio geográfico es construido por las relaciones sociales en el proceso de reproducción social, posee historia que guarda las marcas impresas por la organización social, incluso aquellas heredadas del pasado adquiriendo características (Santos, 2000).

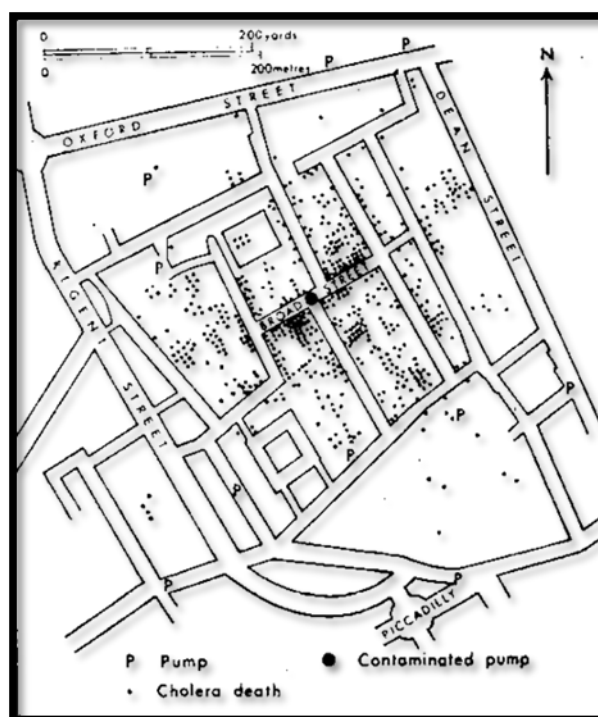
En 1981, David Phillips se refería al futuro de la Geografía de la salud: La introducción del pragmatismo en la planeación y en la investigación científica con el objetivo del desarrollo de la salud y de los servicios de salud y del bienestar, incluyendo la integración de la medicina tradicional y tópicos relativamente nuevos, tales como la educación para la salud promoción de la salud, en las que técnicas cartográficas y espaciales relativamente simples pueden mostrarse eficaces. (Santana et al 2014). La geografía médica fue reconocida por la Unión Geográfica Internacional en el Congreso Internacional de Geografía de Lisboa en 1949, tuvieron que pasar 27 años para que este campo de la geografía tuviera un cambio conceptual muy grande, esto fue a que en 1976 a propuesta de la Comisión de Geografía Médica de la Unión Geográfica Internacional en el Congreso de Moscú se realizó una modificación el termino de Geografía Médica por el de Geografía de la salud (Fernández, R. et al, 2007).

Una de las ramas de la Geografía humana es la Geografía de la salud que estudia cuestiones sobre la salud humana, su distribución y cuáles son las causas por las que han aumentado las enfermedades, ya que cada vez más la población se establece en la ciudad, territorios sometidos a procesos de industrialización y urbanización, son en estos espacios donde se tienen mayores impactos negativos de salud y mayor demanda sobre los servicios. (Olivera, 1993). Con la utilización de los Sistemas de Información Geográfica, se determina las relaciones entre los patrones geográficos de la distribución de las enfermedades y condiciones ambientales y sociales, manipulando grandes cantidades de información, con el fin de realizar análisis espacial a diferentes escalas (Santana, C, et al; Citado por Sócrates R., 2008: p. 25).

Un ejemplo claro de esta aplicación fue la que realizó el médico inglés John Snow en 1854, cuando demostró que el cólera era causado por el consumo de aguas contaminadas con materias fecales, al comprobar que los casos de esta enfermedad se agrupaban en las zonas donde el agua consumida estaba contaminada con heces, en la ciudad de Londres, por medio de cartografiar en un plano del distrito de Soho, los pozos de agua y las muertes por cólera (Figura 1.6).

En 1843, Jean Christian Marc Boudin fue quien analizó condicionantes como la situación, la altitud, la estructura geológica, las aguas, los vientos, la humedad y la temperatura, y relacionó la influencia que ejercen estos factores en la distribución geográfica de enfermedades, por lo que a Boudin se le atribuye como el primer autor en utilizar el término “geografía médica”. En su obra *Essai de géographie médicale* (Ensayos de geografía médica), es donde expone lo que anteriormente se menciona, además de que señala que los estudios de geografía médica debían apoyarse firmemente en las aportaciones de otras disciplinas como la meteorología, la estadística o la geografía física y política y tenían que tener un carácter aplicado (Boudin, 1843).

Figura 1.6. Mapa de mortalidad por cólera en Soho, Londres en 1854



Fuente: Cerda & Valdivia, 2007.

Durante este siglo se pudo visualizar el estudio de la salud-enfermedad en la geografía a partir de cuatro enfoques según Jori (2013).

Enfoque ecológico: Donde Max Sorre en 1947 demostró la importancia de la geografía mediante un análisis con pensamiento ecologista para poder estudiar las problemáticas de salud y el territorio donde se desenvuelve la problemática como complejos patógenos que son sistemas especializados que involucran un conjunto de elementos biológicos y ambientales en torno a una patología definida cuya asociación de seres vivos y la aparición de una enfermedad. Sorre sostuvo que la geografía médica debe abordar el estudio de las áreas de incidencia de los complejos patógenos, de sus movimientos, de avances y retrocesos, y de las características ambientales que condicionan su configuración y evolución. Las variaciones del medio físico determinan los límites del área de máxima expansión de los complejos, en cuyo interior se localizan las áreas de óptimo ecológico en las que cada enfermedad se presenta de forma endémica”

Enfoque espacial: Jordi 1950 explica el paradigma teórico-cuantitativo en la geografía comienza con la búsqueda de regularidades espaciales y cartográficas de análisis espacial para identificar las pautas de distribución de las enfermedades, definir leyes que expliquen las variaciones espaciales de su incidencia o explicar los patrones de localización de los equipamientos de salud. Este enfoque está asociado a la geografía neopositivista, se pretendía generar modelos generales y la identificación de patrones espaciales de las enfermedades, como D. Cliff, Peter Hagget Arthur A. Brownlea.

Enfoque social: Surge como crítica al neopositivismo con visiones del radical neomarxista, desde la filosofía del humanismo, en particular de la tradición histórico-hermenéutica, dentro de este pensamiento tenemos las aportaciones de Melinda S. Meade en 1970 donde la geografía médica es concebida como una ecología humana que se encarga de estudiar las interrelaciones culturales de la población con su medio ambiente, lo que se puede destacar de estas aportaciones de la autora es la importancia de considerar el comportamiento humano como un determinante que modifica el ambiente que propicia la aparición de la enfermedad.

Hipócrates de Cos

Hipócrates en su obra “Aires, aguas y lugares” menciona como estos tienen unas características que propician el surgimiento de determinadas enfermedades, él sintetizaba la dinámica de las relaciones entre la naturaleza y los parajes humanos, a través de la generación de enfermedad en dichos lugares. La aparición de algunas enfermedades violentas debido al cambio de las estaciones climáticas. (Dubos, 1975).

Hipócrates desarrolló la teoría llamada “los humores corporales”, en la cual señala que la salud es el resultado de una relación armoniosa entre el humano y su ambiente; y como resultado del equilibrio humoral, de la normal mezcla de los cuatro humores (sangre, bilis, melancolía y flema. La enfermedad, se producía por el desajuste de éstos, por su desarmonía y alteración (Riera J. citado por Carmona J, 2005). La teoría de “los humores corporales”, se estableció como dogma durante aproximadamente veinte siglos y sirvió a los médicos a establecer las relaciones entre el estado patológico y el medio ambiente en que la enfermedad se desenvuelve (Somolinos, 1966:87).

La relación entre el territorio y salud ha sido relevante desde un principio y ello determinó que los geógrafos de habla hispana aceptaran en mayor medida el concepto "Geografía de la Salud" (más cercano a la francesa *Geographie de la Santé*). A diferencia de la geografía anglosajona donde predomina el término "Geografía Médica" (*Medical Geography*), que algunos autores lo consideran más limitado al reducir a esta disciplina a los simples análisis de distribución de las enfermedades por regiones o por área epidemiológica (Ramírez, 2009).

Actualmente la Geografía de la salud es la rama de la Geografía, que estudia la distribución espacial de la mortalidad, morbilidad, servicios de salud, así como la distribución de vectores causantes de enfermedades y su relación con condicionantes globales, regionales y locales sus tendencias, desde una perspectiva integral, enfocados a la prevención y promoción de la salud (Santana M. 2018).

Factores socio-ambientales de la salud

El Modelo Dahlgren and Whitehead y las clases sociales a las que pertenecen los individuos ha definido de alguna manera sus oportunidades de vida o de muerte, donde las inequidades sociales como la pobreza y otras condiciones sociales (género, etnia, entre otras) determinan el acceso que se tiene a la salud por parte de los individuos (Dieterlen, 2015).

Se explica la producción de enfermedades y de inequidades dentro de la población por interacciones causales entre 4 niveles: características individuales, estilos de vida, redes sociales y comunitarias; y condiciones socioeconómico, culturales; y ambiental (Figura 1.7).

Los diferentes niveles van a determinar peores condiciones de salud para los grupos que se encuentran en posiciones más bajas de la escala social, ya que esto se asocia a estilos de vida menos saludables, más tensiones familiares, menos contactos y vínculos con redes de apoyo social y comunitario, y peores condiciones ligadas a variables estructurales como de vivienda, empleo, educación (Jadue & Marin, 2005).

Figura 1.7. Determinantes de salud señalados por la Organización Mundial de la Salud



Fuente: Modelo de Dahlgren and Whitehead (1991).

2.3 Análisis espacial en estudios de la geografía de las enfermedades

La Geografía ha tenido un papel en el desarrollo de las TI, muy en concreto en la aparición de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), una de las herramientas pioneras entre aquellas , conforman una alta tecnología capaz de soportar la captura, almacenamiento, recuperación transformación, análisis, modelo y presentación de datos espaciales para la resolución de problemas de planificación y gestión (Moreno, 2011).

La geografía de la salud adquiere identidad en diferentes perspectivas del análisis espacial mediante un enfoque cuantitativo de estudio para el entendimiento y explicación de los procesos físicos y socioeconómicos que ocurren en el espacio, en este sentido dicha metodología es muy aplicable para el estudio de la difusión e identificación de patrones espaciales de las enfermedades a través de los Sistemas de Información Geográfica, por ello es que se le dedica un apartado especial a dicho tema. “Cuando se le enfoca desde un punto de vista temático, el análisis espacial constituye una serie de técnicas estadísticas y matemáticas aplicables al estudio de los datos distributivos sobre el espacio geográfico cuando los Sistemas de Información Geográfica se consideran con las relaciones espaciales.” (Buzai, 2011).

Un SIG es un “Sistema de Información diseñado para trabajar con datos georreferenciados mediante coordenadas espaciales y geográficas” (Star y Estes, 1991) La importancia de los SIG radica en el procesamiento de la información espacial y representarla mediante un modelo análogo de la realidad que presenta las entidades espaciales a partir de un punto, línea y el polígono e información temática. (Goodchild, 1987).

El análisis espacial implica, según los mismos autores, una serie de técnicas o metodologías de las cuales se mencionan la Geoinformática y los SIG.

- a) Geoinformática: Se refiere a la geografía automatizada como campo de las actuales tecnologías en la que se utilizan para la realización del análisis espacial, donde el sistema permite la obtención, almacenamiento, tratamiento y reporte de datos espaciales para el apoyo de la toma de decisiones locacionales (Buzai y Baxendale, 2011).
- b) Sistemas de Información Geográfica (SIG): Buzai y Baxendale (2011) un SIG puede ser visto con base a cuatro aspectos:
 - ❖ Entorno de trabajo: el cual está basado en la computación para manejo de datos espaciales.
 - ❖ Funcionalidad: es decir el sistema permite la obtención, almacenamiento, tratamiento y reporte de datos espaciales.
 - ❖ Contenido: aquí el sistema está apoyado en una base de datos que contienen datos espaciales.
 - ❖ Propósito en este caso el sistema es de apoyo para la toma de decisiones en materia espacial.
- c) Sistema de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE): Para Densham (1991) un SADE es un sistema de software diseñado específicamente para promover, a los tomadores de decisiones, de un ambiente flexible y de fácil manejo que le permita trabajar con información espacial con la finalidad de obtener resultados concretos dentro de variables alternativas.
- d) Superposición temática: Es un procedimiento en la cual se realiza una superposición de cartográfica temática de una misma zona o región.
- e) Evaluación multicriterio: Es una herramienta utilizada para la toma de decisiones locacionales, permite encontrar la localización óptima de servicios o infraestructuras de diferentes índoles.

2.4 Red de monitoreo atmosférico (RAMA)

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca cuenta con una trascendencia histórica debido a los niveles de los principales contaminantes atmosféricos, así como de los factores meteorológicos que influyen sobre los niveles de contaminación del aire (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2 Historia de las modificaciones de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA)

Año	Evento
1975	Se establece una red manual con 5 estaciones que monitoreaba Partículas Suspensas Totales (PST).
1987	En colaboración con la Facultad de Química de la UAEMex se modificaron 3 estaciones para monitorear óxidos de nitrógeno y el bióxido de azufre por vía húmeda.
1992	Se equipa la Red de Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA).
1993	Inicia operaciones la RAMA y se designa a la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México como administradora de la red.
2003	La red se incorpora al SINAICA, donde transmite información en tiempo casi real.
2010	(a) La estación San Lorenzo deja de operar a finales día mes de octubre.
2011	(b) La estación Ceboruco inicia operación en el mes de enero. (d) El parámetro PM _{2.5} se mide a partir de este año. (e) El parámetro (PC) se mide en todas las estaciones a partir del año 2011
2014	(h) El sensor se cambia de la estación AP a la estación SC a finales de febrero (25) y principios de marzo (10)
2015	(c) La estación Aeropuerto deja de operar a partir del 8 de septiembre. (i) El parámetro (RUV) radiación ultravioleta se mide a partir del mes de octubre
2016	(f) El parámetro (PA) se mide a partir del mes de agosto (g) El parámetro (PA) se mide a partir del mes de octubre (j) El parámetro (RUV) radiación ultravioleta se mide a partir del mes de junio
2018	Se presenta una propuesta de ampliación de la red de monitoreo

Fuente: Elaboración propia con datos de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2018).

La Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca está integrada por dos subsistemas operativos con su unidad de medida. (Cuadro 2.3)

1. Red Automática de Monitoreo Atmosférico.
2. Red Meteorológica.

Cuadro 2.3. Descripción del parámetro y unidad medida

Símbolo	Descripción	Unidad Medida	Dato Invalido
PM10	Partículas Suspendidas Fracción Respirable PM ₁₀	(µg/m ³)	-9999
PM2.5	Partículas Suspendidas Fracción Respirable PM _{2.5}	(µg/m ³)	-9999
O3	Ozono	(ppm)	-9.999
NO2	Bióxido de Nitrógeno	(ppm)	-9.999
CO	Monóxido de Carbono	(ppm)	-99.99
SO2	Bióxido de Azufre	(ppm)	-9.999
TMP	Temperatura Ambiente	(°C)	-99.9
HR	Humedad Relativa	(%)	-999
DV	Dirección del Viento	(°A)	-999
VV	Velocidad del Viento	(m/s)	-99.9
PC	Precipitación Pluvial	(mm)	-99.9
PA	Presión Atmosférica	(mmHg)	-999
RS	Radiación Solar Total	(W/m ²)	-9999
RUV	Radiación Ultravioleta	Med/h	-99.9

Fuente: Elaboración propia con datos de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2018).

La Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, tiene siete estaciones remotas el cual se observa en el mapa en la (Figura 1.8); cuatro de las cuales se localizan en el municipio de Toluca (Aeropuerto, Centro, Oxtotitlán y San Cristóbal), dos en el municipio de Metepec (Ceboruco y Metepec) y una más en el municipio de San Mateo Atenco (San Mateo Atenco)

La red opera durante las 24 horas, todos los días del año, por lo que es posible mantener una vigilancia constante del comportamiento espacial y temporal de los contaminantes criterio e informar a la población de la situación prevaleciente de calidad del aire mediante el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (SPROAIRE, 2018).

Figura 1.8. Mapa de localización de la red de monitoreo Atmosférico (RAMA) en Toluca, Metepec y San Mateo Atenco.

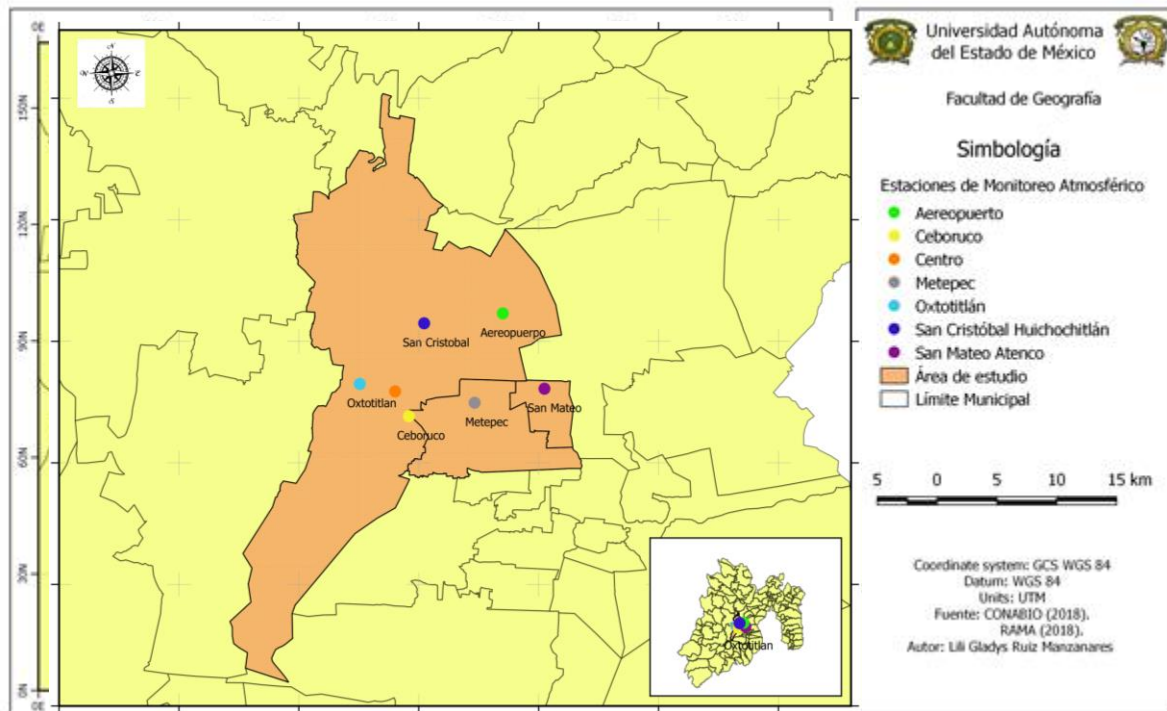


Figura: Elaboración propia. Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) 2019.

2.5 Contaminación atmosférica

Para mediados del siglo XX, tres de cada diez personas en el mundo vivía en áreas urbanas. Las más grandes ciudades de América Latina, no ha sido ajena a esta condición y ha sido catalogada como una de los centros urbanos con mayor contaminación atmosférica en la Región (OPS, 2005).

Actualmente, se estima que más de la mitad de la población mundial vive en ciudades y de acuerdo con las proyecciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) la mayor parte del crecimiento poblacional de los próximos 30 años se concentrará en centros urbanos. Este proceso de urbanización ocurre más rápidamente en países ubicados en regiones catalogadas como de economías en desarrollo. La importancia del estudio y control de la contaminación atmosférica está sustentada en la evidencia sobre su impacto negativo en la salud respiratoria y cardiovascular de las personas, así como con el deterioro de su calidad de vida (OPS, 2005; WHO, 2005).

En base a datos de la OMS, alrededor de 3 millones de personas mueren en ciudades y zonas rurales por alguna causa atribuible a la contaminación atmosférica (OMS 2017).

Por otro lado, Villegas (1999), considera como contaminación, a cualquier desviación de la composición promedio del aire, en particular cuando se presentan efectos adversos, desde simples molestias hasta perjuicios graves para la salud.

Su incidencia sobre la calidad de la vida humana y la de otros seres que habitan nuestro planeta es uno de los problemas ambientales más difíciles de prevenir y controlar. La inhalación de aire, aún contaminado, es un acto obligatorio e involuntario para la supervivencia de los organismos. Los graves efectos de la contaminación atmosférica están enunciados en las llamadas premisas de Stokinger que Villegas (1999), analiza en su libro Evaluación y Control de la Contaminación:

- a. Los agentes contaminantes del aire son potencialmente responsables de una mayor cantidad de enfermedades que los compuestos contenidos en el agua y en los alimentos juntos (envejecimiento, asma, bronquitis, cáncer del conducto respiratorio).
- b. Como regla general, los agentes de contaminación atmosférica manifiestan sus efectos en forma combinada con otros agentes (es raro que lo hagan solos) o con factores existentes en el huésped (infecciones, deficiencia genética del metabolismo).

En el ámbito geográfico de cobertura de la red de monitoreo atmosférico (Espert Alemany y López Jiménez 2000), estas se pueden clasificar de la siguiente manera:

1. Urbana: Tiene como objetivo conocer los niveles de contaminación en una zona urbana, resultantes del transporte
2. Tráfico: Tiene como objetivo vigilar los de contaminantes procedentes de dentro y fuera de la ciudad. Sus estaciones no deberían estar directamente influenciadas por fuentes locales como tráfico o industrias. Niveles de contaminación en una vía con tráfico considerable. Sus estaciones están directamente influenciadas por las emisiones procedentes del tráfico, y pueden estar ubicadas dentro de la ciudad o cercana a una vía.
3. Industrial: Sus estaciones están ubicadas junto a una implantación industrial, para el seguimiento de la contaminación atmosférica producida por la misma.
4. Regional: Tiene como objetivo determinar la contaminación atmosférica de fondo a nivel regional. Sus estaciones se ubican lejos de zonas urbanas, lo suficientemente separadas de fuentes de emisión de cualquier tipo de las que puedan recibir una influencia directa.

1. De referencia: Tiene como objetivo la medición y estudio de la contaminación atmosférica de fondo a nivel mundial. Sus estaciones están ubicadas en zonas aisladas, donde no se prevean cambios en el uso del suelo en un radio de acción del orden de 100km en la dirección del viento.

Partículas

Otro desecho importante en emisiones vehiculares son los materiales particulado (MP) del combustible quemado; este tipo de compuestos es el resultado de la unión de metales pesados a derivados carbonados en los compuestos orgánicos.

Las partículas que tienen diámetros mayores a 10 μm (micrómetros) pueden causar irritación en ojos, nariz y garganta, aunque no son considerados gran problema al sistema respiratorio ya que no alcanzan a llegar a los pulmones. Por otro lado, partículas más pequeñas, de 0,1 a 10 μm , son nocivas para la salud humana. Estas partículas viajan por las vías respiratorias hasta llegar a los pulmones donde pueden llegar a ocasionar la muerte; las partículas liberadas por la existencia de automotores a base de diésel están dentro de este grupo de materiales articulados (Díaz J.; et al 2007).

Enfermedades alérgicas respiratorias tales como rinitis y asma bronquial parecen estar aumentando en todo el mundo, y se ha observado que afectan más a las personas que viven en ciudades (Peters et al. 1999). Estudios de laboratorio confirman datos epidemiológicos, en donde la inhalación de algunas sustancias contaminantes, afectan negativamente la función pulmonar en asmáticos y parecen aumentar la frecuencia e intensidad de los síntomas en pacientes alérgicos. Se presentan daños en la mucosa de las vías respiratorias y alteración mucociliar inducida por contaminación del aire, lo que facilita el acceso de alérgenos inhalados a las células del sistema inmune (D'Amato 2002). De igual forma se ha reportado una asociación positiva entre PM_{10} y tres causas de mortalidad: respiratoria total, cardiovascular total y cardiorrespiratorias, en personas mayores de 65 años (Riojas-Rodríguez et al. 2014).

El tema de las partículas suspendidas como contaminante atmosférico adquiere además gran relevancia por los efectos nocivos que pueden producir a la salud, causando el deterioro de la función respiratoria a corto plazo, en el largo plazo contribuyen a enfermedades crónicas, cáncer y la muerte prematura dado que pueden penetrar en las cavidades pulmonares sin ser captadas por la acción de limpieza natural del sistema, las partículas pueden adherirse a los alveolos permitiendo la introducción de diferentes toxinas en la sangre (Rodríguez-

Germade et al., 2014). Es importante señalar que las partículas que representan riesgo para la salud son aquellas cuyo tamaño es inferior a las diez micras, dado que estas se encuentran dentro de la fracción respirable pudiendo llegar a los pulmones e incluso a los alveolos.

Las PM se clasifican de acuerdo a su diámetro aerodinámico en tres grupos (Martuzzi et al., 2006).

- ✚ Partículas de 10 micras (PM₁₀), las cuales debido a su tamaño pueden llegar a la parte superior de las vías respiratorias y los pulmones.

- ✚ Partículas Menores a 2.5 micras (PM_{2.5}), las cuales pueden penetrar en los pulmones y llegar a los alveolos.

Las emisiones de óxido de nitrógeno contribuyen también a la formación de MP, que son pequeñas partículas suspendidas en el aire de diámetro 2,5 micras (MP 2,5). Aunque hay poca evidencia, hasta ahora de los daños que el MP ocasiona a la salud humana, se ha comprobado que las MP 2,5 están relacionadas con numerosos casos de problemas respiratorios y cardiacos. Estudios epidemiológicos han demostrado conexión entre contaminantes ambientales por MP y aumento en el riesgo de hospitalización debido a enfermedades respiratorias incluyendo asma, enfisema y bronquitis crónica.

Partículas menores a 10 micras PM₁₀

Las partículas menores a 10 micras (PM₁₀) tienden a formar suspensiones estables en el aire, pudiendo ser trasladadas a grandes distancias por la acción del viento, la composición de estas partículas es muy variable, ya que pueden derivarse de la erosión de suelos, descomposición de materia orgánica, quema de combustibles, entre otras fuentes. Es importante señalar que además del viento la precipitación es una variable que influye directamente en el comportamiento de las partículas, estas son arrastradas y depositadas, además de ello el comportamiento de las partículas es similar al de los gases, por lo que estas también se ven influenciadas por la temperatura, lo cual puede observarse en las ciudades a lo largo del día (Benas et al., 2013).

Las partículas Suspendidas reciben el nombre de PM_{2.5} por su tamaño que es de 2.5 micras, tienen periodos de vida media en la atmósfera de días a semanas, viajan distancias de 100 km o más, y tienden a ser espacialmente homogéneas en áreas urbanas, por lo que sufren transformaciones, las cuales ocurren normalmente durante periodos de estancamiento atmosférico o durante el transporte a largas distancias (Rojas Bracho & Verónica, 2003).

La contaminación por partículas PM10 puede causar el deterioro de la función respiratoria a corto plazo, en el largo plazo contribuyen a enfermedades crónicas, cáncer y la muerte prematura dado que pueden penetrar en las cavidades pulmonares sin ser captadas por la acción de limpieza natural del sistema (Quadri, 1992). En la salud se ha observado que la exposición continúa partículas se encuentra ligada con el aumento en la mortalidad y morbilidad en las zonas urbanas, e incluso en ciudades con concentraciones por debajo de los límites permisibles.

2.6 Enfermedades respiratorias y su relación con los contaminantes

Los griegos a partir de una base mágico-religiosa acerca de las enfermedades no las relacionaban con el ambiente: los dioses eran los causantes de las enfermedades. Sin embargo, posteriormente se asumió la preocupación de la influencia del lugar en las enfermedades, de tal forma que la ubicación del hombre en un lugar debía estar antecedida por un análisis de los factores ambientales a los que podría estar expuesto (Pickehayn, 1999).

Al hablar de enfermedades respiratorias estamos incluyendo aquellos padecimientos que afectan el sistema respiratorio y que van, desde molestias en la garganta, hasta enfermedades pulmonares graves. "Pueden manifestarse a través de síntomas muy conocidos como obstrucción nasal, dolor de garganta, de cabeza, de oídos, fiebre y malestar general" (Meraz, 2014).

Infecciones respiratorias agudas.

Las infecciones respiratorias (IRAS) son afecciones muy frecuentes. Constituyen una importante causa de morbilidad y mortalidad en todas las edades.

Según la localización encontramos las IRAS altas, que son las que afectan al tracto respiratorio superior, y las IR bajas, es decir las que afectan al tracto respiratorio inferior. De acuerdo a la etiología podemos hacer dos tipos de clasificaciones:

- a) por un lado se distinguen las infecciones bacterianas, virales, parasitarias y fúngicas;
- b) por otro lado es clásico diferenciarlas en específicas, es decir aquellas infecciones que son causadas por un agente en particular, como la tos convulsa o tos ferina o coqueluche (causada por *Bordetella pertussis*), la tuberculosis (causada por *Mycobacterium tuberculosis*).

Enfermedades del aparato respiratorio.

El medio ambiente, como medio en el cual se desarrolla todo tipo de organismo viviente, también presenta su contribución al origen, propagación y control de las IRA. Son factores ambientales la exposición al aire, agua, alimento, polvo, ruido, clima y radiaciones, entre otros; estos factores se pueden clasificar como contribuyentes principales y secundarios causantes de enfermedades respiratorias. La exposición ambiental es normalmente una combinación de agentes biológicos, físicos y químicos; los cuales no siempre son fáciles de identificar o discriminar en su totalidad; un ejemplo es la exposición al tabaco y su humo cuyo número de compuestos químicos es de más de 3.000. La mayoría de las enfermedades respiratorias, asma, enfermedades neurológicas o endocrinas son el resultado de una combinación de factores que en algún punto tiene su relación con el medio ambiente. WHO (2003).

Tuberculosis respiratoria.

La tuberculosis es una infección producida por el *Mycobacterium tuberculosis* o bacilo de Koch. Se caracteriza por un período de latencia prolongado entre la infección inicial y las manifestaciones clínicas en el que predomina la neumopatía (aunque también puede afectar a otros órganos) y una respuesta granulomatosa con inflamación y lesión de los tejidos. Las micobacterias son bacilos inmóviles, aerobios y no formadores de esporas, con una cubierta cética que les hace retener la tinción roja después de ser tratadas con ácido, de ahí que se nombren también bacilos

Acidorresistentes (Cotran R, et al., 2000).

La tuberculosis infecta aproximadamente a la tercera parte de la población mundial y mata a unos 3 millones de pacientes cada año, lo que convierte a este bacilo en la causa infecciosa de muerte más importante del mundo (OMS 1998).

El *Mycobacterium tuberculosis* se transmite por inhalación de gotitas infecciosas, eliminadas al aire por el estornudo de un paciente con tuberculosis, a través de las heces y mediante la orina. La transmisión puede ser indirecta, ya que la micobacteria es muy resistente a la desecación y puede estar por muchos meses en el polvo o en los objetos de uso diario (Garay J, 1985).

El *Mycobacterium bovis* se transmite por la leche de las vacas enfermas, e inicialmente produce lesiones intestinales y faríngeas. (Cotran R, et al., 2000)

Las principales puertas de entrada son por el sistema respiratorio, el tejido linfático de la bucofaringe, el intestino y la piel.³ La vía de contagio más común es la vía respiratoria, le sigue la digestiva y la cutaneomucosa. No hay contagio materno trasplacentario (Cecotti E. 1994).

Otitis media aguda.

La otitis media aguda es una enfermedad con alta prevalencia a nivel mundial principalmente en pacientes en edad pediátrica, debido a factores de riesgo propios del grupo etario, como los factores anatómicos y condiciones ambientales (asistencia a guardería, ausencia de lactancia materna y exposición al humo del tabaco, entre otros). El diagnóstico de certeza de la OMA es clínico y se basa en el inicio súbito del padecimiento, signos y síntomas de otitis media y líquido en el oído medio. El método más certero para evaluar la integridad de la membrana timpánica es la otoscopia simple, aunque la variante neumática es la más efectiva para establecer el compromiso en la movilidad de la membrana timpánica.

La otitis media aguda (OMA) es la inflamación del oído medio de inicio súbito. Se caracteriza por la presencia de líquido en la cavidad del oído medio y se asocia con signos y síntomas de inflamación local. Está relacionada íntimamente con otras infecciones de vías aéreas superiores (IVAS) y constituye una de las principales infecciones respiratorias agudas (IRA) en la edad pediátrica, particularmente durante los primeros años de vida (Cenetec. 2011).

La mayor parte de faringitis son víricas (65-80%) y tienen un predominio estacional (otoño-invierno-primavera). El estreptococo beta hemolítico del grupo A (EBHGA, estreptococo pyogenes) es el agente bacteriano predominante; si bien, salvo en periodos epidémicos, en los que puede ser causa de un 30% de episodios, no origina más de un 15% del total de infecciones, predominando al final del invierno y principio de primavera (Kliegman RM, et al., 2016).

Neumonía y bronconeumonía.

La neumonía es un tipo de infección respiratoria aguda que afecta a los pulmones. Estos están formados por pequeños sacos, llamados alvéolos, que —en las personas sanas— se llenan de aire al respirar. Los alvéolos de los enfermos de neumonía están llenos de pus y líquido, lo que hace dolorosa la respiración y limita la absorción de oxígeno (OMS 2016).

La neumonía puede propagarse por diversas vías. Los virus y bacterias presentes comúnmente en la nariz o garganta de los niños, pueden infectar los pulmones al inhalarse. También pueden propagarse por vía aérea, en gotículas producidas en tosidos o estornudos. Además, la neumonía puede propagarse por medio de la sangre, sobre todo en el parto y en el período inmediatamente

posterior. Se necesita investigar más sobre los diversos agentes patógenos que causan la neumonía y sobre sus modos de transmisión, ya que esta información es fundamental para el tratamiento y la prevención de la enfermedad.

A pesar de todo lo anterior, en la décima y última edición del Índice de Enfermedades de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la bronconeumonía sigue apareciendo (quizás por consideración a su aún extendido uso sobre todo en países latinoamericanos), como entidad nosológica con el registro número J 18.0 y que dice: “bronconeumonía no especificada”. Y que agrega la leyenda “Excluye bronquiolitis” (OMS,1995).

La bronconeumonía es una manera curiosa en el Anuario Estadístico de la Secretaría de Salud y los Servicios de Salud de los estados de 1999, no se menciona el diagnóstico como tal en los capítulos de Morbilidad y mortalidad hospitalaria, con defunciones hospitalarias según causa, en el de defunciones hospitalarias por grupos de edad ni en los de egresos hospitalarios por grupos de edad y, se menciona de una manera poco comprometida en el capítulo de “Casos de enfermedades” de manera combinada, como “Neumonías y bronconeumonías” como si se tratara de la misma enfermedad en las cuales no es importante hacer una diferenciación (SSA,2000).

CAPÍTULO III

MARCO

METODOLÓGICO

3.0 Metodología

Con la finalidad de lograr el objetivo central de la investigación, es preciso desarrollar una serie de procedimientos metodológicos para obtener la distribución espacial de las enfermedades respiratorias y la distribución de los contaminantes del aire, mediante la representación cartográfica que apoyó a dar respuestas a las preguntas de investigación. De esta manera se aplicó el método cuantitativo univariado y bivariado.

3.1 Universo de estudio

El nivel de desagregación es a nivel municipio: Toluca, Metepec y San Mateo Atenco, lugar donde la Red Automática de monitoreo atmosférico cuenta con las siete redes donde captura los datos de los contaminantes Partículas suspendidas $PM_{2.5}$, Partículas suspendidas PM_{10} , datos por los cuales se tomaron en cuenta por que rebasan la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014. Las enfermedades del aparato respiratorio, se tomaron en cuenta ya que son enfermedades que podrían ser consecuencia de los contaminantes analizándolo a nivel Municipio con los datos del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM) para los años 2011 y 2015.

3.2 Caracterización

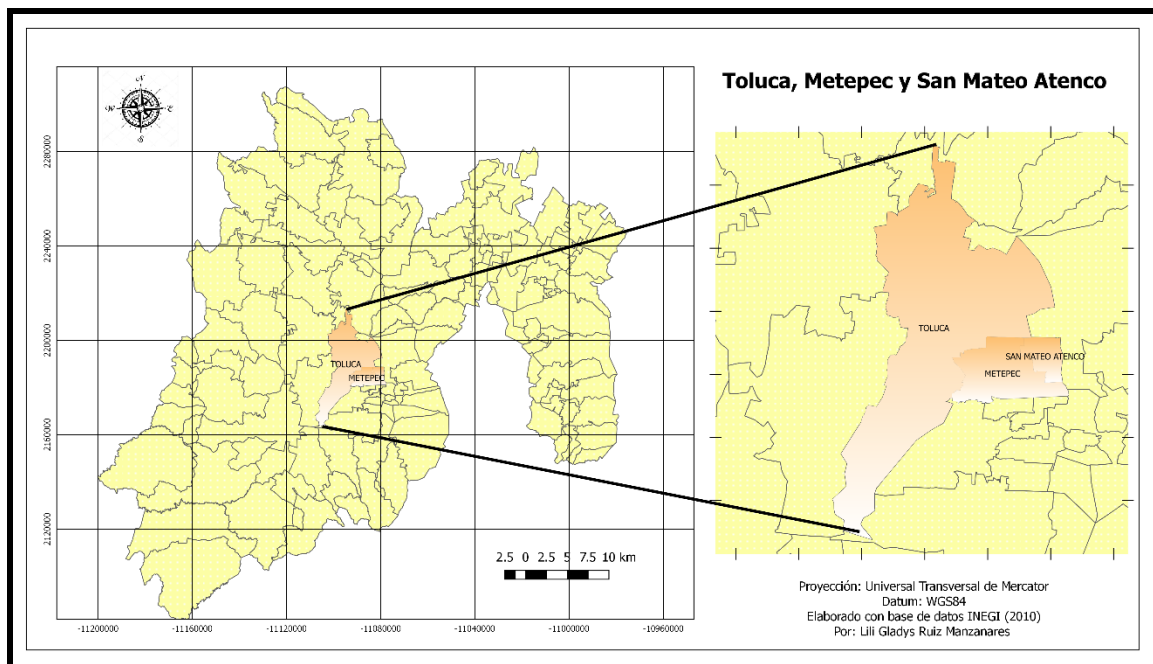
En este apartado se abordan temas físico-geográficos como: localización, clima, dirección de los vientos, hidrología y relieve, de la zona de estudio, se consideran dichos temas, debido a que brindan un panorama general de la situación de los municipios de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco en relación de las cuestiones físicas de la entidad y conocer de qué manera se relacionan con nuestras variables a estudiar salud- hombre-ambiente.

Ubicación

La ubicación geográfica de nuestra área de estudio se encuentra en el Estado de México, formando parte de la zona metropolitana del Valle de Toluca que se constituye como la quinta zona de mayor importancia a nivel nacional de acuerdo al tamaño de población (INEGI, 2015).

La localización de nuestros municipios Toluca, Metepec y San Mateo Atenco ubicándose en las coordenadas en las latitudes de $19^{\circ} 13'$ y $19^{\circ} 17'$, entre las longitudes de $99^{\circ} 35'$ y $99^{\circ} 43'$, mientras las altitudes fluctúan entre 2 655 y 2,670 msnm. Sus límites son: son al norte Temoaya y Otzolotepec; al noroeste con Almoloya de Juárez; al sur con Villa Guerrero, Coatepec Harinas, Calimaya y Tenango del Valle; al sureste con Ocoyoacac; al este con Lerma y al oeste con Zinacantepec, (Figura, 1.1).

Figura 1.1. Ubicación Geográfica del área de estudio, Toluca Metepec y San Mateo Atenco.



Fuente: Ruiz L, con datos INEGI 2010

Clima

La elevada altitud define un clima templado, con régimen de lluvias en verano y un porcentaje de precipitación en invierno, inferior al 10%, la oscilación térmica anual es inferior a 5° C y la temperatura más elevada ocurre antes del solsticio de verano (Ayllón, T, T 2003).

Las temperaturas más bajas se registran en los meses de diciembre, enero y febrero, con valores que oscilan entre -2.0 y 8.0° C. Las heladas son muy frecuentes en invierno, pero pueden presentarse en cualquier día del año, con un promedio de 110 días durante el año.

Las bajas temperaturas están asociadas con la fuerte dispersión nocturna, con la irrupción de vientos polares y masas de aire frío, lo que en muchas ocasiones origina inversiones térmicas, es decir, estratos atmosféricos cercanos a la superficie del valle de Toluca con temperaturas más bajas en relación con las capas de aire que se encuentran más arriba. Cuando a las inversiones térmicas se les adhieren gases y partículas contaminantes suelen ser muy peligrosas para los seres vivos y todo el medio ambiente (Hernández J., 2002).

Las temperaturas más elevadas se presentan entre abril y mayo, con valores que fluctúan entre 26.0 y 28.0° C. Se presentan además ondas de calor que duran entre uno y tres días en promedio, aunque en algunos años, éstas suelen tener mayor número de días sobre todo en el periodo de la sequía intraestival (disminución de las lluvias durante el verano). Las elevadas temperaturas generalmente son interrumpidas por los vientos de la tarde y la persistente trayectoria de los vientos dominantes. (Hernández et al., 2005).

Las altas temperaturas de la primavera y el verano crean campos de baja presión atmosférica que atraen vientos locales, regionales y planetarios que llegan con velocidades de 1.0 a 4.0 metros por segundo. Las brisas de montaña suavizan las temperaturas y transportan partículas a la ciudad, creando un domo de polvo, típico del invierno y primavera, pero cuando los vientos alisios soplan con mayor intensidad, transportan los contaminantes a regiones lejanas de la ciudad. La ciudad de Toluca tiene una temperatura media anual de 12.9° C, pero en invierno suele bajar hasta los -2.0° C y en verano asciende a 28.0° C, por lo que la amplitud térmica es de 30.0° C. Los valores de lluvias extremas pueden ocurrir en cualquier mes del año, ya que hasta en invierno y primavera (estaciones donde generalmente llueve poco), los registros son elevados. (Hernández et al., 2005).

Los problemas ambientales que están relacionados con las variaciones climáticas son: las deficiencias de la cubierta vegetal, el abatimiento de los mantos freáticos, el crecimiento de la población, la expansión de la mancha construida de la ciudad y la contaminación atmosférica. (Hernández et al., 2005).

Otra manifestación del cambio climático por urbanización es que las ciudades son más secas, aunque es de considerarse que en ellas los aguaceros y granizadas son más intensos. La disminución de la humedad relativa está asociada a la escasez de vegetación y de cuerpos de agua, además el aumento de temperatura permite la disminución de la humedad atmosférica; y las altas precipitaciones se pueden deber a la gran concentración de nucleantes y la convección inducida por la isla de calor (Garduño, 1994: 135).

Orografía

La orografía está compuesta por una planicie que se encuentra entre los 2600 y los 2800 metros sobre el nivel del mar, (Figura 1.2) rodeada por sierras y volcanes entre los 3000 y 4680 msnm (INEGI 2010), mismos que afectan la dinámica del viento en el Valle de Toluca.

El Valle de Toluca de acuerdo a la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México (2012) está rodeado entre las principales elevaciones de la región se encuentran.

- ✚ Sierra Nevado de Toluca (Suroeste)
- ✚ Sierra de las Cruces (Este)
- ✚ Sierra de Ocoyotepec (Este);
- ✚ Sierra de Monte Alto (Noreste)
- ✚ Sierra Matlazinca (Sur).

2.1- Ubicación de elevaciones

Elevación	Ubicación	Altitud (msnm)	Municipio
La Campana	Sierra de Monte Alto	3,300	Lerma
El Xeshadi	Sierra de Monte Alto	3,400	Lerma
El Gavilán	Sierra de las Cruces	3,300	Ocoyoacac
Molcajete	Sierra Morelos	2,900	Toluca
El Ombligo	Nevado de Toluca	4,600	Toluca
Pico del Fraile	Nevado de Toluca	4,660	Toluca
Volcán Gordo	Nevado de Toluca	3,700	Zinacantepec
La Calera	Nevado de Toluca	3,740	Zinacantepec

Fuente: GEM (2007)

El Nevado de Toluca es la elevación que más afecta la dinámica del viento del valle; seguido por elevaciones menores que afectan la dirección del viento como el cerro la Calera y el volcán Gordo ubicados en el municipio de Zinacantepec (SEMARNAT 2012)

Velocidad y dirección de los vientos

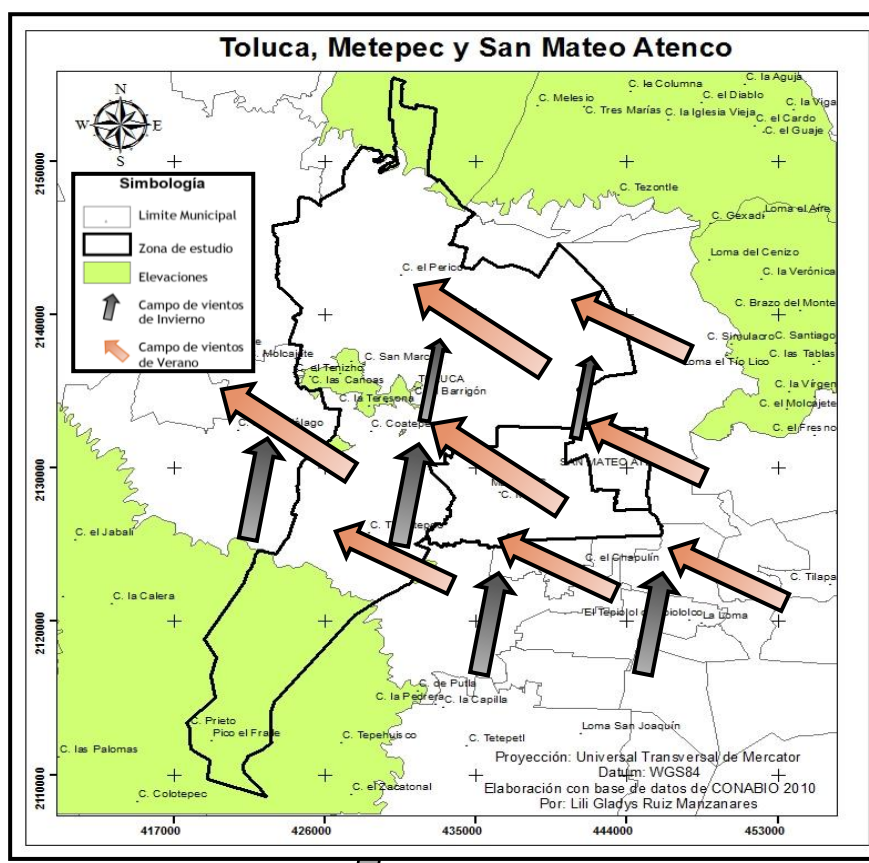
El movimiento del aire juega un papel fundamental en la dispersión de los fenómenos de contaminación atmosférica, cuando el viento cesa puede ocurrir estancamiento con un aumento resultante en los contaminantes. En este sentido la velocidad de los vientos puede influir directamente de dos formas, la primera al aumentar la velocidad de los vientos se incrementan los procesos erosivos en zonas agrícolas y montañosas, originando una mayor presencia de partículas en el aire, por otro lado, si la velocidad de los vientos se mantiene constante o aumenta impide la deposición de estas partículas ocasionando que se mantengan en la atmósfera por más tiempo (Manahan, 2011).

Por otro lado, la dirección de los vientos determina la dispersión de los contaminantes, los cuales serán arrastrados en función de los movimientos de las masas de aire, generando la diseminación vertical y horizontal de estos. La dirección de los vientos se encuentra determinada por los vientos alisios y el efecto de los huracanes (Morales et al., 2007).

La Zona Metropolitana del Valle Toluca no está encerrada por completo por barreras naturales como sucede con la Zona Metropolitana del Valle de México, lo cual favorece la circulación del viento y, por tanto, su ventilación se ve favorecida la mayor parte del año.

El Nevado de Toluca permite que circulen libres los vientos que llegan por el sur provocando el cambio de su trayectoria y haciendo que se deslicen hacia el valle por su flanco sureste (Figura 1.3).

Figura 1.3. Dinámica de vientos predominantes.



Fuente: Ruiz L. con datos La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2010.

En el período que comprende la época seca-cálida, (meses de marzo a mayo), los vientos se intensifican más y modifican su curso por la aceleración de los alisios; sin embargo, aquí influye el sistema de relieve que presenta la Sierra de las Cruces orientada de norte a sur, la cual obstruye de manera determinante el paso libre de los vientos alisios hacia este valle; así pues se encuentran estos vientos del este con los del sur para rotar hacia el noroeste describiendo una prominente curvatura en sentido de las manecillas del reloj.

Para cerrar el ciclo anual, se muestra la máxima expresión de los alisios durante la época de lluvia, cuya dinámica se expresa del este y sureste con dirección noroeste y norte favoreciendo la transportación de contaminantes generados en lugares como la zona industrial del municipio de Lerma para depositarse y ser afectada la porción extrema noroeste de Toluca.

Para cerrar el ciclo anual, se muestra la máxima expresión de los alisios durante la época de lluvia, cuya dinámica se expresa del este y sureste con dirección noroeste y norte favoreciendo la transportación de contaminantes generados en lugares como la zona industrial del municipio de Lerma para depositarse y ser afectada la porción extrema noroeste de Toluca.

Vías de comunicación

Con la finalidad de la mejora de la movilidad urbana de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca cuenta con una extensa red de carreteras, las cuales son concurridas frecuentemente ya que son una fuente de conectividad entre los municipios de Toluca Metepec y San Mateo Atenco.

Las principales vías de comunicación son el Libramiento Nororiental de Toluca y Sur de Metepec; el Boulevard y Distribuidor Aeropuerto; las Autopistas: Toluca–Zitácuaro; Toluca–Naucalpan y Lerma-Santiago Tianguistenco-Tres Marías y Ramal a Tenango del Valle. Las Vialidades: Prolongación Avenida Isidro Fabela, Paseo Adolfo López Mateos, Vía Alfredo del Mazo, Vía José López Portillo, Paseo Toluca, Paseo Colón, Calzada al Pacífico, Avenida Salvador Díaz Mirón, Avenida Tecnológico, Avenida de las Partidas-Zona

3.3 Tipo de estudio

Este estudio es de tipo cuantitativo, comparativo; cuantitativo porque utiliza la recolección y el análisis de datos y comparativo, porque al obtenerse los casos de morbilidad a consecuencia de la contaminación, se compararon las dos variables para conocer cuáles eran las similitudes de ambas variables.

3.4 Fuente de datos

Los datos de esta investigación se centraron en las siguientes instituciones:

La información del sector salud fue obtenida a través del Instituto de Salud del Estado de México ISEM del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica SINAVE, donde se realiza la recolección sistemática, continua, oportuna y confiable de información relevante y necesaria sobre las condiciones de salud de la población y sus determinantes, bajo la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-017-SSA2-2012, PARA LA VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA.

Los datos de contaminantes fueron obtenidos del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) a través de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico, los contaminantes Partículas Suspendidas $PM_{2.5}$, Partículas Suspendidas PM_{10} , de las siete redes de monitoreo ambos datos de los municipios de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco (2011 y 2015).

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI se encarga de producir, y dar a conocer la información estadística (de la población) y Geográfica (abarca todos los aspectos que caracterizan el territorio de México) Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (INEGI, 2010).

Con esta información se implementó la base de datos en Excel a fin de procesar la información en el programa, ARCMAP y Qgis, con objeto de saber los casos de incidencia de morbilidad de enfermedades del aparato respiratorio a consecuencia de los contaminantes, además de ocupar la cartografía automatizada para elaborar mapas de su distribución.

3.5 Variables e indicadores

- ❖ Variable de salud: Tasa de incidencia a nivel municipal por cada 1000 habitantes, Infecciones parasitarias del aparato respiratorio para todos los grupos de edad pertenecientes a la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) ver Anexo VII;
 2. Tuberculosis respiratoria (A15-A16).
 3. Otitis media aguda (H65.0, H65.1).
 4. Faringitis y amigdalitis estreptocócicas (J02.0, J03.0)
 5. Infecciones respiratorias agudas (J00-J06) Excepto (J02.0 y J03.0, J20, J21).
 6. Neumonía y bronconeumonía (J12-J18) Excepto (J18.2, J13 Y J14).
- ❖ Variable ambiental: Datos de la red automática de monitoreo atmosférico, donde captura los datos de los contaminantes Partículas suspendidas PM_{2.5}, Partículas suspendidas PM₁₀.

3.6 Métodos

Se realizó un análisis descriptivo y se calcularon las tasas de incidencia a nivel municipal por cada 1000 habitantes.

Variable salud. Morbilidad

Refleja los niveles de impacto de las enfermedades de la población tal es el caso de la tasa de morbilidad específica por causa.

Tasa de incidencia donde expresa la frecuencia de casos nuevos que contraen las enfermedades.

Fórmula.

Porcentaje de las variables

= (enfermedades *1000) /Población total

= (contaminante *1000) /contaminante total

Fórmula.

Valor Z, estandarización

= (Porcentaje o Proporción-Promedio) /Desviación estándar

Fórmula:

Tasa de incidencia (**casos nuevos por causa / población**) * 1000 habitantes.

Variable ambiental

Modelo de interpolación de Distancia Inversa Ponderada (IDW)

La base de datos de los contaminantes se aplicó la depuración de datos inválidos, para no tener error en el momento de la suma anual y el promedio del contaminante por los doce meses del año, con el propósito de que los datos puedan ser utilizados para la manipulación mediante QGIS, realizando una interpolación de las siete redes de los tres municipios Toluca, Metepec y San Mateo Atenco en los años 2011 y 2015.

El modelo de interpolación **IDW** estima los valores de una propiedad, que se asume depende de su localización, con base en la asignación de pesos a los datos del entorno en función inversa a la distancia que los separa del punto en cuestión. De esta forma se acepta que los puntos más próximos al centroide “z” intervienen de manera más relevante en la construcción del valor definitivo de la propiedad para ese punto. Por otra parte, si las distancias están a su vez afectadas por un exponente de ponderación, cuanto mayor es éste más contribuyen los puntos próximos.

Formula de la interpolación ponderada con base al inverso de la distancia:

$$z_j = \frac{\sum \frac{z_i}{d_{ij}^\beta}}{\sum \frac{1}{d_{ij}^\beta}}$$

Donde z_j es el punto problema, z_i es un punto del entorno, β es el exponente de ponderación y d_{ij} es la distancia entre los puntos.

En donde el número de densidad del contaminante está a una distancia de intervalo a cada 10,000 por curvas de nivel.

$$A = \pi r^2$$
$$A = \pi 300^2$$

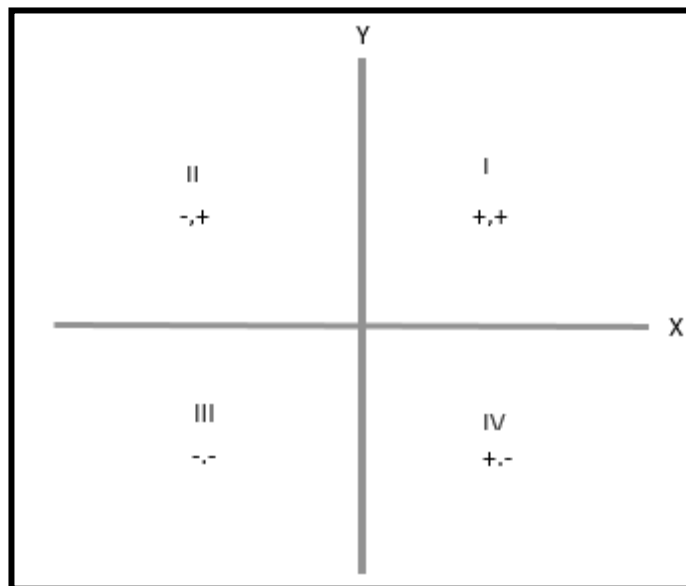
$$A = 27,000\text{m}^2$$

Cada rango mide se encuentra cada 27,000m².

Análisis bivariado

- Para los datos de enfermedades se utilizó el método bivariado el cual permite hacer comparaciones en pares, lo que representa, que se pueden hacer comparaciones temporales, utilizando la misma variable en diferente año, y también comparaciones utilizando dos variables diferentes en el mismo periodo de tiempo. Tomando como base el plano cartesiano con los ejes de coordenadas “X” y “Y”. En este caso las coordenadas “X” son los casos de enfermedades del aparato del año 2011 y las coordenadas “Y” son los contaminantes PM_{2.5}, PM₁₀ 2011 y por consiguiente en el 2015 para realizar la comparación de los datos y ver la variabilidad. El análisis bivariado ofrece cuatro alternativas de comportamientos de las dos variables seleccionadas, según los cuadrantes del plano cartesiano, (Figura 1.4).

Figura 1.4. Cuadrantes del análisis bivariado.



Fuente: Ruiz. L. 2019.

El análisis bivariado se unirán los datos anteriormente señalados por municipio, por causa, estación de monitoreo y por contaminante para los años 2011 y 2015

3.7 Análisis de la información

- El análisis de la información implicará:
- La depuración de las bases de datos de enfermedades respiratorias y contaminantes.
- La obtención y depuración de las bases cartográficas.
- El análisis de la distribución espacial y de las enfermedades del aparato respiratorio e identificación del área con mayor incidencia.
- El análisis de interpolación espacial de los contaminantes.
- El análisis cartográfico bivariado y comparativo (superposición) y la obtención de patrones de distribución espacial de la relación entre enfermedades respiratorias y los contaminantes.

3.8 Generación de cartografía

Un ejemplo claro de la importancia de la cartografía fue la que realizó el médico inglés John Snow en 1854; Boudin, J. (1843).

En mi caso quiero comparar mis dos variables; las enfermedades del aparato respiratorio pudieran ser una de las consecuencias por la contaminación $PM_{2.5}$, PM_{10} , es decir que al comprobar que los casos de estas enfermedades se agrupaban en las zonas donde las redes de monitoreo captan los datos de contaminación más altos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1.-Análisis de las enfermedades del aparato respiratorio

En México es un reto para la salud la deficiencia de atención en las enfermedades respiratorias y más aún en adultos, esto debido al crecimiento de la población adulta en el país, el panorama global en relación con este tipo de enfermedades es por el incremento de casos.

Enfermedades alérgicas respiratorias tales como rinitis y asma bronquial parecen estar aumentando en todo el mundo, y se ha observado que afectan más a las personas que viven en ciudades (Peters et al. 1999, Riojas-Rodríguez et al. 2012). De igual forma se ha reportado una asociación positiva entre PM10 y tres causas de mortalidad: respiratoria total, cardiovascular total y cardiorrespiratorias, en personas mayores de 65 años (Riojas-Rodríguez et al. 2014).

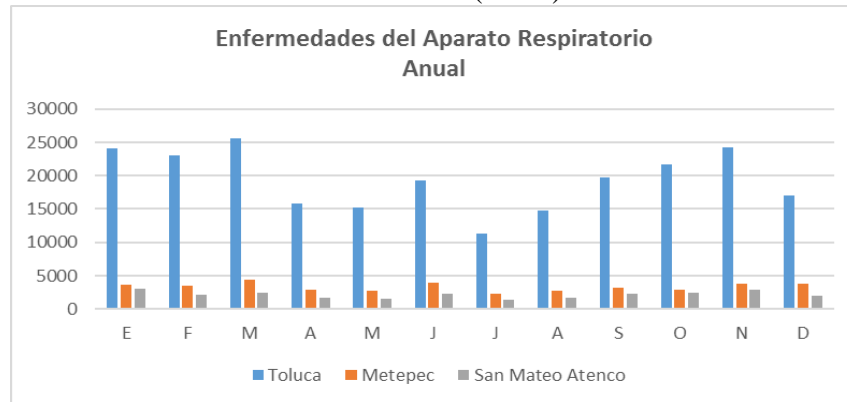
La exposición a largo plazo a niveles altos de PM2.5 se asocia significativamente a hospitalizaciones por neumonía adquirida, mientras que la exposición a PM10 durante los meses de verano se asocia con mayores síntomas de apnea obstructiva y menor saturación de oxígeno durante el sueño (Pope III et al. 2002).

Las enfermedades pueden generarse por diferentes factores antropogénicos, en este caso la relación es por cuestiones de contaminantes, el estudio se llevó acabo en tres municipios Toluca, Metepec y San Mateo Atenco para los años 2011 y 2015, de las enfermedades (según la CIE 10) del aparato respiratorio que engloban Tuberculosis respiratoria, Otitis media aguda, Faringitis y amigdalitis estreptocócicas, Infecciones respiratorias agudas, Neumonía y bronconeumonía.

El gráfico () muestra el número de casos nuevos mensuales por incidencia de enfermedades del aparato respiratorio de los tres municipios del 2011, es posible observar que los datos son descendientes y ascendientes dependiendo de la estación del año; en Toluca es donde se registran los datos con mayor jerarquía; en el mes de marzo, enero y noviembre, los datos muestran donde se registran más casos de enfermedad, cabe destacar que una de las consecuencias son la exposición de un cambio de temperaturas en el sistema respiratorio, por consiguiente el municipio de Metepec y San Mateo Atenco donde los datos son mínimos, Toluca es el municipio con mayor concentración de unidades médicas y localidades.

Tipo de estudio

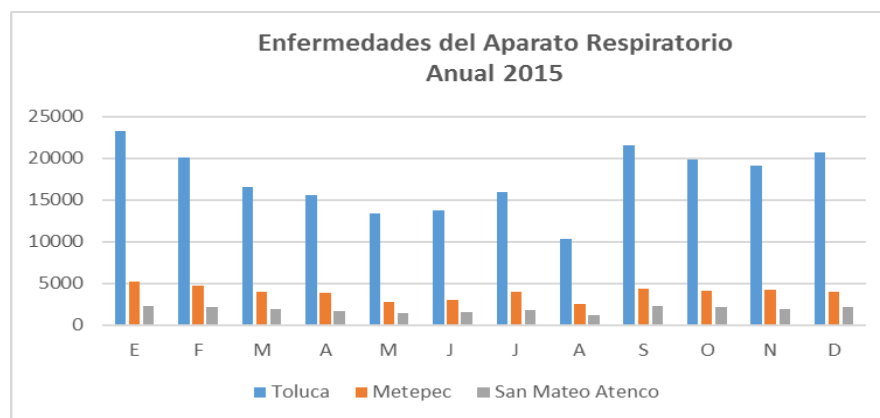
Gráfica 3.1. Toluca, Metepec y San Mateo Atenco. Enfermedades del aparato respiratorio del año 2011 (casos).



Fuente: Elaboración propia, con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Para el año 2015, el número de casos mensuales por incidencia de enfermedades del aparato respiratorio de los tres municipios se observa que los datos aumentan y disminuyen dependiendo de la estación del año; en Toluca es donde se registran los datos con mayores valores; la temporada otoño-invierno es donde se registra el aumento en los meses de enero, septiembre y diciembre, los datos muestran donde se registran más casos de enfermedad, con un incremento en los municipio de Metepec y San Mateo Atenco (gráfica 3.2.).

Gráfica 3.2.- Toluca, Metepec y San Mateo Atenco. Enfermedades del aparato respiratorio del año 2015 (casos)



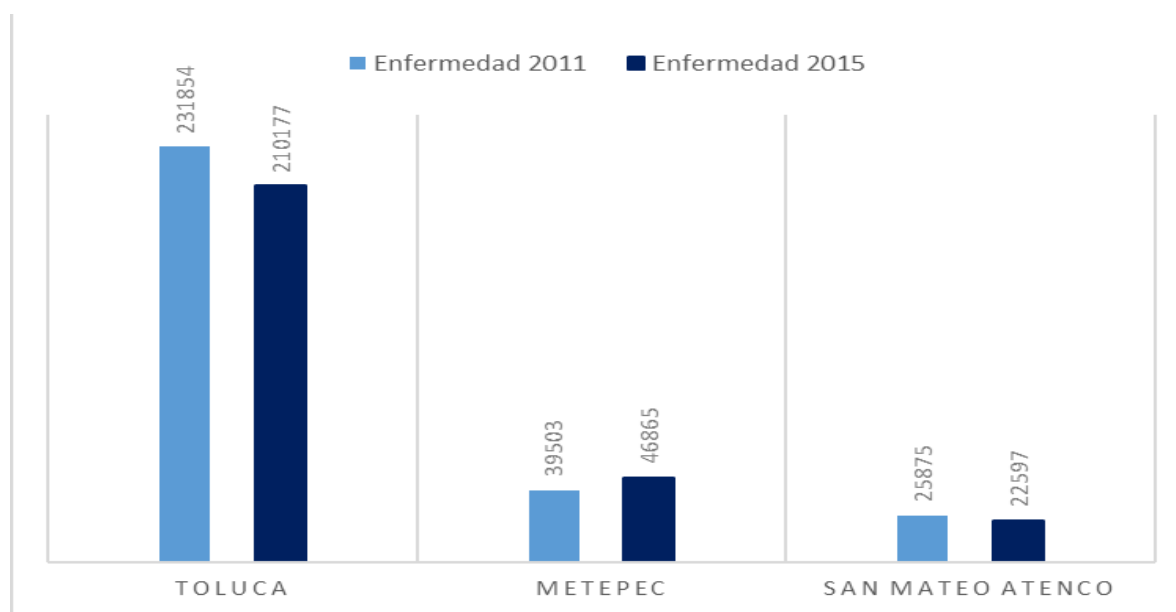
Fuente: Elaboración propia, con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Con respecto a los dos años 2011 y 2015 del total anual de enfermedades del aparato respiratorio, donde se observa en el año 2011, 231,854 casos por enfermedad en Toluca, transcurriendo cinco años después con 210,177 casos con una disminución de 21,677 casos. En el Municipio de Metepec sucede lo contrario en el 2011 se presentan 30,503 casos de enfermedades respiratorias y en 2015 los casos son 46,865 con un incremento de 16,362 casos esto pudiera deberse a la dirección de los vientos (describir la dirección de los vientos) que incide en la expansión de la contaminación.

En el municipio de San Mateo Atenco para los años 2011 se registraron 25,875 y para el año 2015 los casos son 22,597 con una baja de 3,278 casos., lo que pudiera deberse a las lluvias (describir las lluvias), ver gráficas mensuales en el Anexo II.

Ver gráficas mensuales en el Anexo II

Gráfica 3.3.- Total anual de casos de enfermedades del aparato respiratorio de los años 2011 y 2015



Fuente: Ruiz L (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

4.2 Distribución de los contaminantes PM_{2.5} y PM₁₀

La Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, tiene siete estaciones remotas el cual se observa en el mapa 1.8; cuatro de las cuales se localizan en el municipio de Toluca (Aeropuerto, Centro, Oxtotitlán y San Cristóbal), dos en el municipio de Metepec (Ceboruco y Metepec) y una más en el municipio de San Mateo Atenco.

La red opera durante las 24 horas, todos los días del año, por lo que es posible mantener una vigilancia constante del comportamiento espacial y temporal de los contaminantes criterio e informar a la población de la situación prevaleciente de calidad del aire mediante el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (SPROAIRE 2018).

Figura 1.8. Mapa de localización de la red de monitoreo Atmosférico (RAMA) en Toluca, Metepec y San Mateo Atenco.

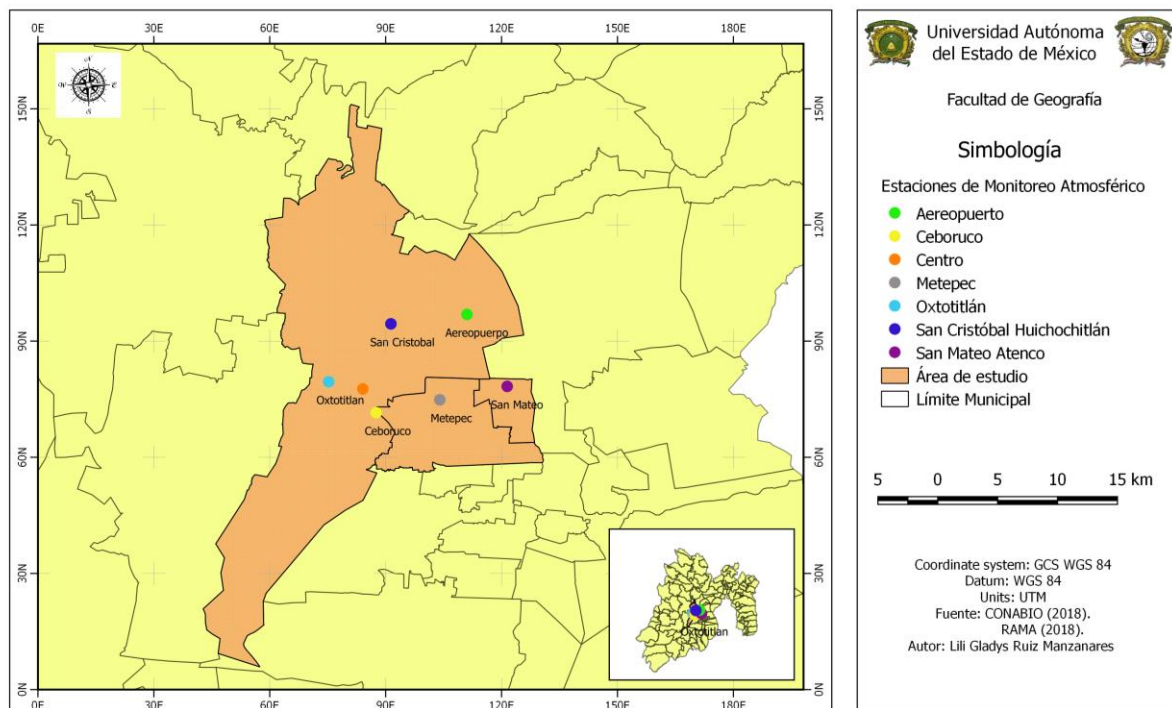


Figura: Ruiz L, Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) 2019.

La estación que registró una mayor concentración de cada contaminante como primer plano se encuentran las partículas suspendidas $PM_{2.5}$ y PM_{10} las cuales muestran una congregación en la estación de Aeropuerto la cual se muestra con un rango muy alto, dicha dispersión de contaminantes es debido a la dirección de los vientos, ya que si los vientos acaba suele ocurrir el estancamiento de los contaminantes, el cual es un factor importante ya que si los vientos se incrementan los procesos erosivos repercuten directamente en las zonas agrícolas originando así la presencia de las partículas en el aire, así mismo recordemos que las ráfagas de viento llegan del sur hacia el noreste que es la zona donde se depositan, los altos contaminantes.

La zona aeropuerto es una de las zonas más concurridas ya que pertenece a la zona industrial más importante en Toluca, además que se encuentra en el área de las principales avenidas, posteriormente San Cristóbal Huichochitlán un área rural, dedicada a la agricultura un territorio con una superficie plana, el área más idónea y vulnerable para la fácil fluidez del depósito de contaminantes ya que a su alrededor cuenta con cierta orografía como lo es la Sierra Nevada de Toluca (Suroeste), Sierra de las Cruces (Este), Sierra de Ocoyotepec (Este); Sierra de Monte Alto (Noreste) y Sierra Matlazinca (Sur).

Relativamente la orografía y los vientos son un defensa importante para que la zona centro no almacene la concentración de dichos contaminantes. Ver anexo IV mapas de interpolación de contaminantes mensuales.

Mapas de interpolación de contaminantes Partículas Suspensas $PM_{2.5}$, PM_{10} del año 2011.

Figura 1.9. Partículas suspendidas $PM_{2.5}$ 2011

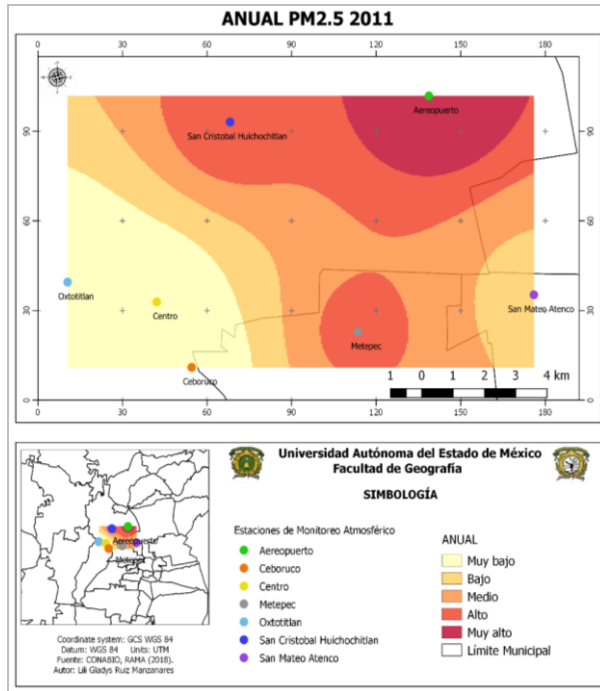
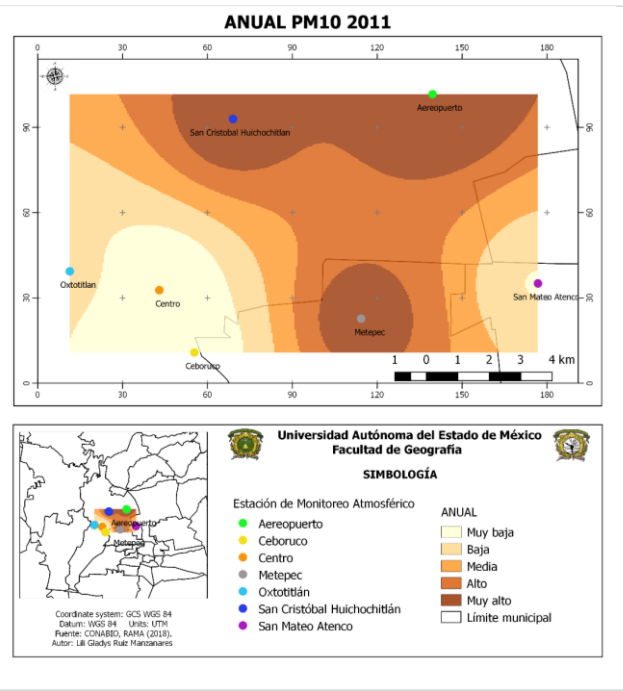


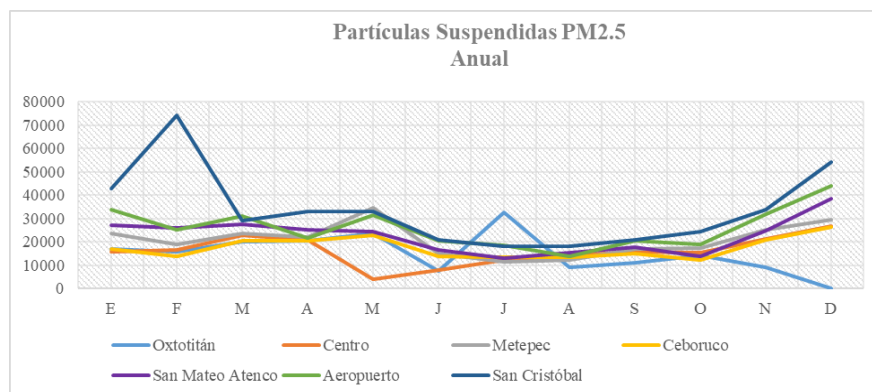
Figura 1.10. Partículas suspendidas PM_{10}



Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

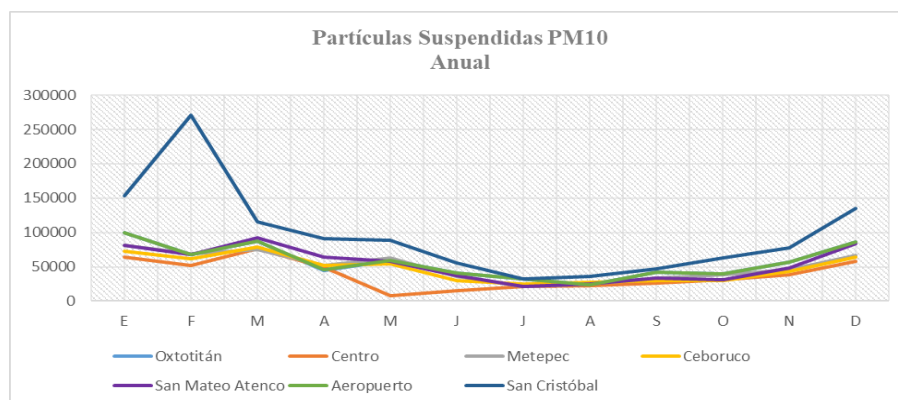
En las siguientes graficas el mes de mayo en Partículas suspendidas $PM_{2.5}$ y PM_{10} la estación centro en el mes de mayo desciende ya que en ese mes la estación no logro captar todos los contaminantes, ya que aparece como dato invalido, en la estación Oxtotitlán del contaminante $PM_{2.5}$, la estación no capto algún dato aparece como 0.

Gráfica 3.4.- Comportamiento anual de Partículas suspendidas $PM_{2.5}$



Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

3.5.- Gráfica anual de Partículas suspendidas PM_{10} .



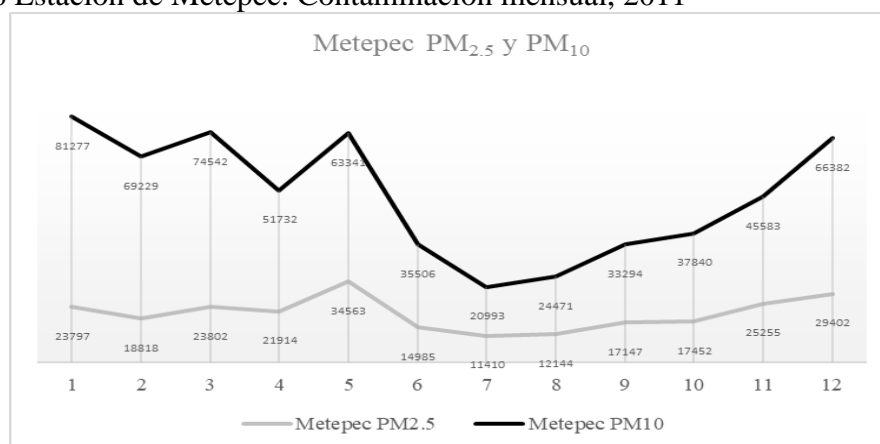
Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Ver anexo IV gráficas mensuales.

Las concentraciones de $PM_{2.5}$ y PM_{10} más bajas se presentan en los meses de julio y agosto las más elevadas en los meses fríos de diciembre, enero, febrero e inclusive marzo. El comportamiento de las concentraciones de las PM_{10} a lo largo del año puede deberse a que en los meses fríos se tiene una menor capacidad dispersiva del contaminante en la atmosfera y se facilita la acumulación. Además, por tratarse de la época seca del año en el mes de mayo suele ocurrir una mayor suspensión de partículas del suelo. En contraparte, en los meses de la época de lluvias que son entre julio y agosto son eliminadas por retención y arrastre en las gotas de lluvia, fenómenos que tienen un efecto de limpieza de las $PM_{2.5}$ y PM_{10} de la atmosfera.

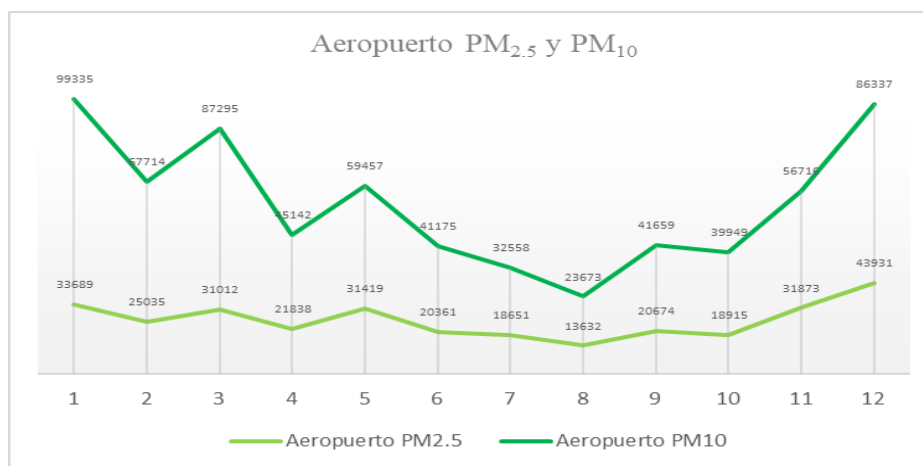
En el municipio de Toluca las concentraciones más elevadas se ubican alrededor de la estación de monitoreo San Cristóbal Huichochitlán (gráfica 3.8) un dato extremo, al norte de la zona. Dicha estación se encuentra en un área rural, a favor del viento de la zona industrial cerca de la estación Aeropuerto (gráfica 3.7) y Metepec (gráfica 3.6) donde también presenta una variación geográfica de los contaminantes en los meses fríos diciembre, enero marzo y en temporada seca el mes de mayo.

Gráfica 3.6 Estación de Metepec. Contaminación mensual, 2011



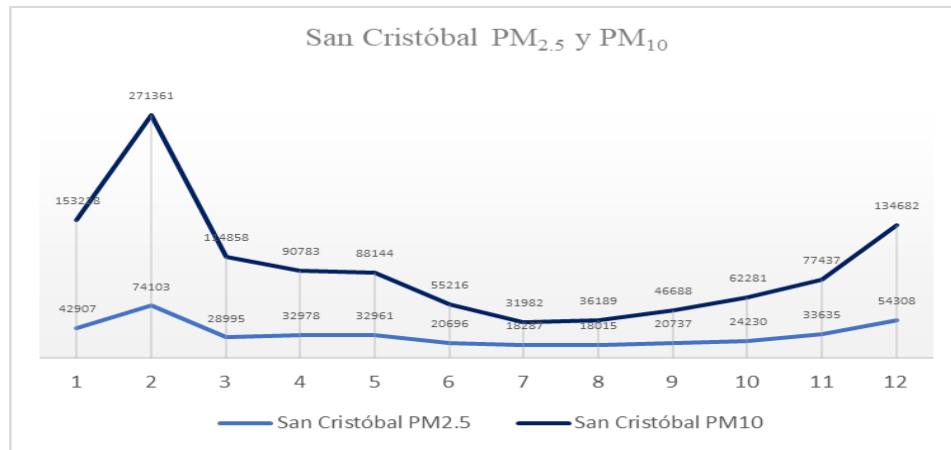
Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 3.7 Estación de Aeropuerto. Contaminación mensual, 2011



Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 3.8. Estación de San Cristobal. Contaminación mensual, 2011

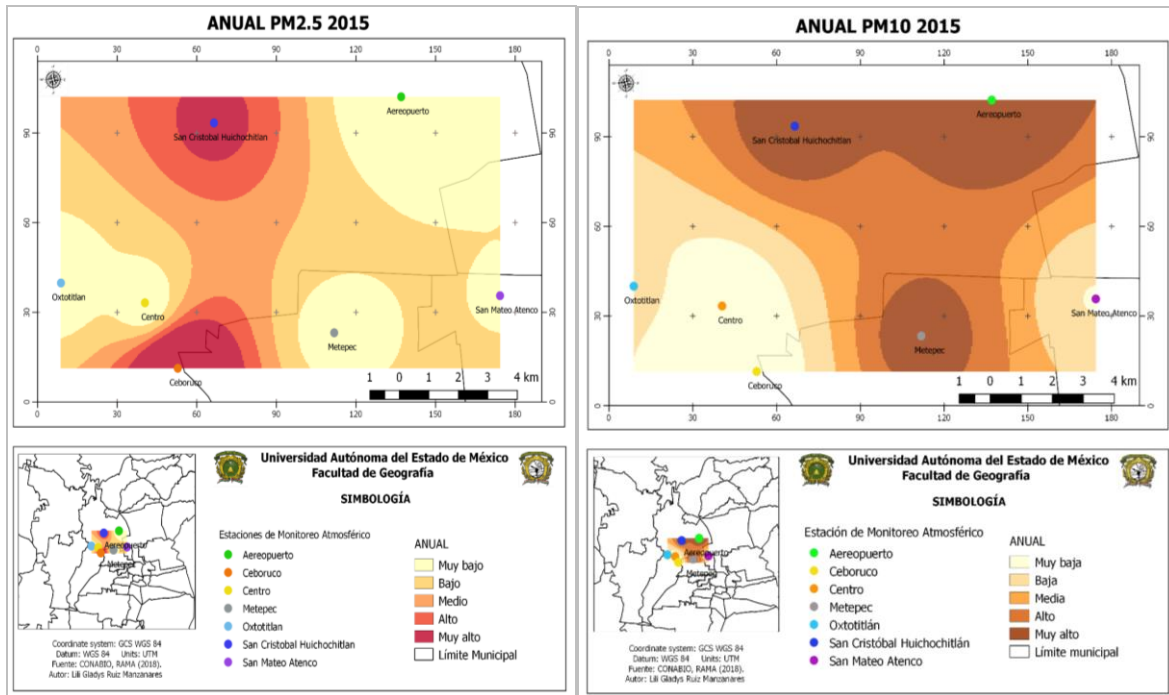


Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

La (figura 1.11) muestra el comportamiento anual del contaminante de partículas suspendidas $PM_{2.5}$ el cual tuvo una mayor concentración en la estación de San Cristóbal Huichochitlán y la estación Ceboruco, uno de los factores son los vientos que llegan por el sur provocando el cambio de su trayectoria y haciendo que se deslicen hacia el valle por su flanco sureste.

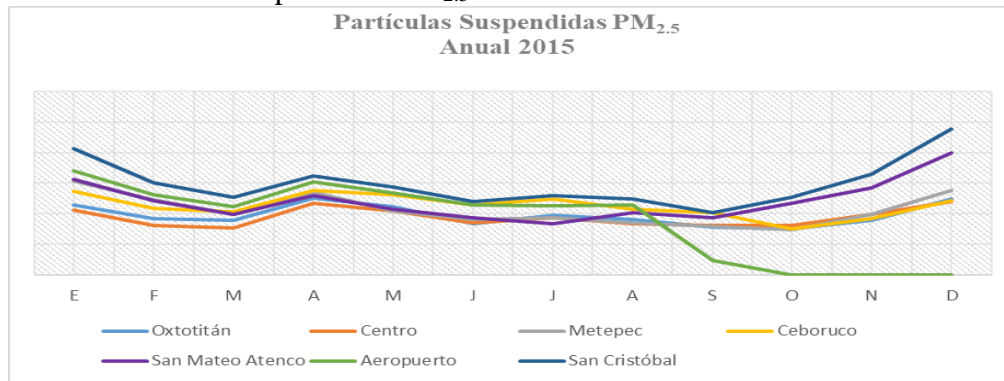
Para el contaminante de partículas suspendidas PM_{10} (figura 1.12) muestra el comportamiento anual una mayor concentración en la estación de Aeropuerto y San Cristóbal Huichochitlán y Metepec, dicha dispersión de contaminantes comprenden por los vientos que se intensifican más; sin embargo, los vientos se intensifican más y modifican su curso por la aceleración de los alisios; sin embargo, aquí influye el sistema de relieve que presenta la Sierra de las Cruces orientada de norte a sur, la cual obstruye de manera determinante el paso libre de los vientos alisios hacia este valle. Ver anexo IV mapas por mensuales.

Figura.1.11 Partículas suspendidas $PM_{2.5}$ 2015 Figura. 1.12 Partículas suspendidas PM_{10} 2015



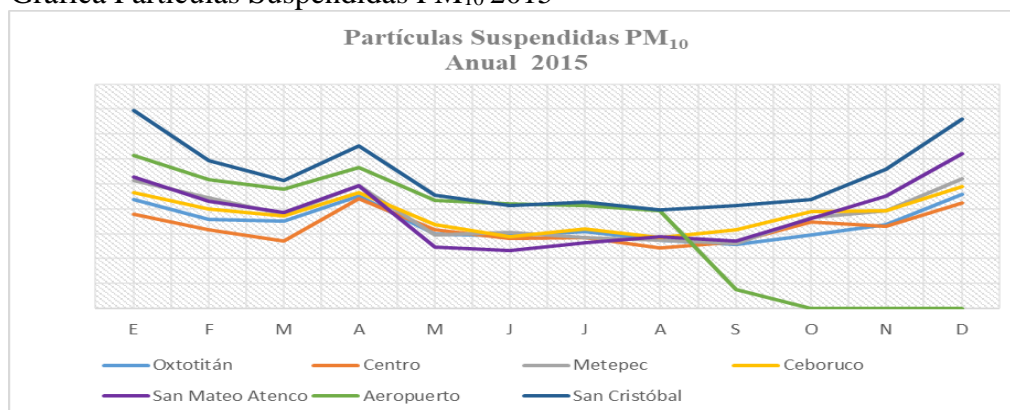
Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

3.9.- Gráfica Partículas Suspendidas $PM_{2.5}$ 2015.



Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

3.10.- Gráfica Partículas Suspensas PM₁₀ 2015



Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Ver anexo IV gráficas mensuales.

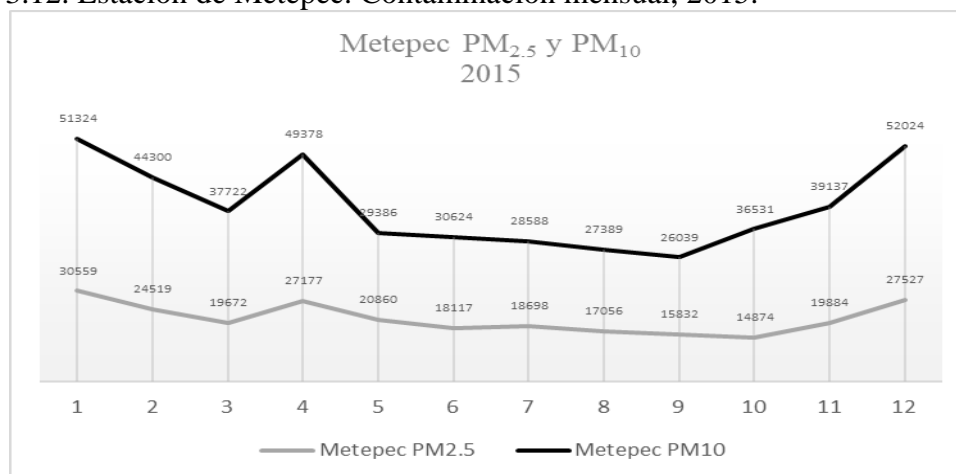
Para el año 2015 las concentraciones de PM_{2.5} y PM₁₀ más bajas se presentan en los meses de julio y agosto las más elevadas en los meses fríos de diciembre, enero en las cuatro graficas de comparación de los dos contaminantes, de las cuatro estaciones con mayor prioridad son las que se muestran en la época seca del año en el mes de abril, suele ocurrir una mayor repercusión de partículas del suelo.

En contraste, en los meses de la época de lluvias que son entre julio y agosto son eliminadas por retención, pero en este caso los datos se estabilizaron y arrastre en las gotas de lluvia, fenómenos que tienen un efecto de limpieza de las PM_{2.5} y PM₁₀ de la atmosfera.

Asimismo, en el año 2015 la estación Aeropuerto deja de operar a partir del 8 de septiembre, donde se muestra en la gráfica que esta la estación estaba registrando datos extremos, y el pretexto fue por la ampliación de las redes de monitoreo, y por tal motivo los mapas de interpolación de estas redes de monitoreo de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre aparecen con datos contrarios por lo mismo que no tiene dato.

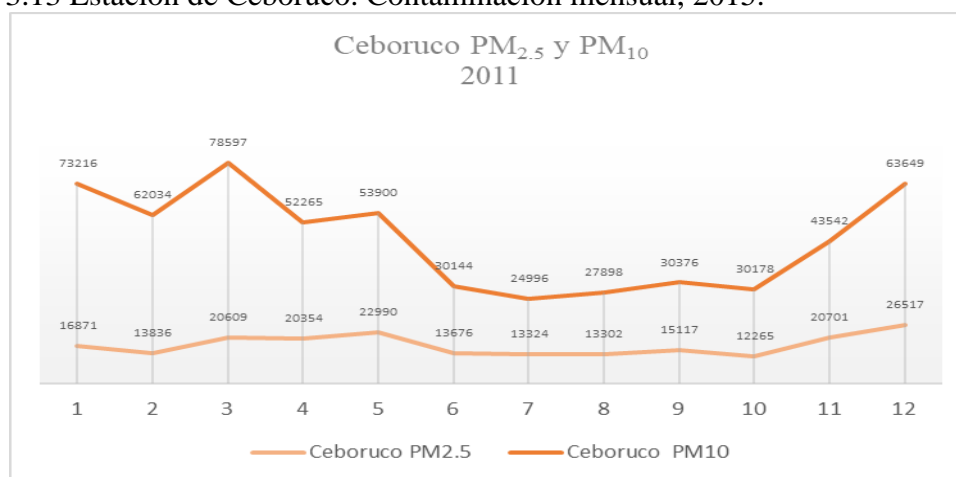
Anexo VI

Gráfica 3.12. Estación de Metepec. Contaminación mensual, 2015.



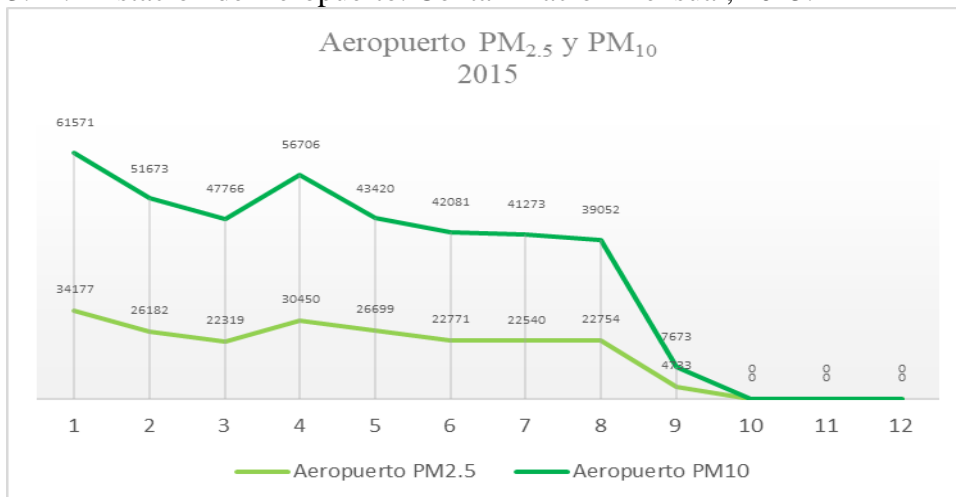
Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 3.13 Estación de Ceboruco. Contaminación mensual, 2015.



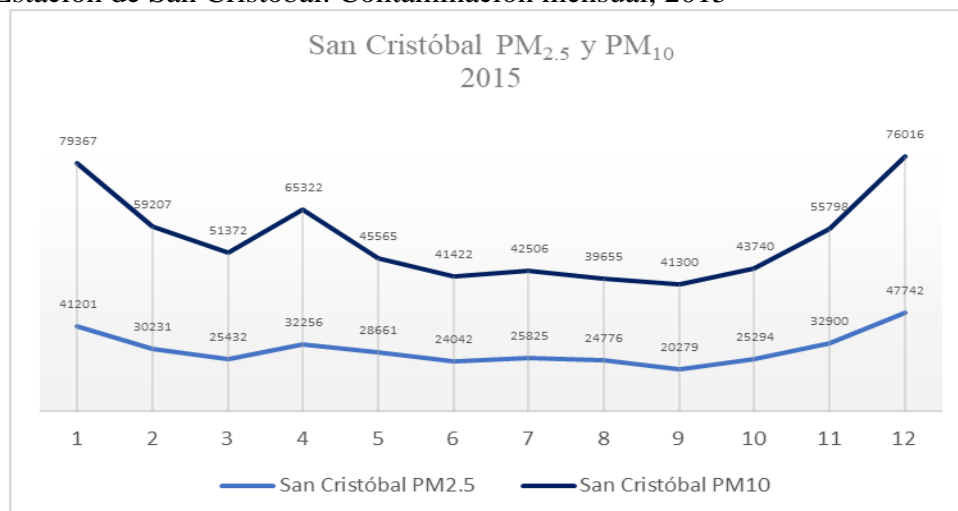
Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

3.14.- Estación de Aeropuerto. Contaminación mensual, 2015.



Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

3.15.- Estación de San Cristóbal. Contaminación mensual, 2015



Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

4.6. Relación de las enfermedades del aparato respiratorio con la distribución de los contaminantes PM_{2.5} y PM₁₀

Análisis bivariado de las enfermedades del aparato respiratorio con la distribución de los contaminantes PM_{2.5} (valores estandarizados) 2011.

Para la determinación del análisis bivariado se requiere de la gráfica de dispersión en donde el eje de las “X”, representan los casos de enfermedades del aparato respiratorio; el eje de las “Y”, indican los contaminantes PM_{2.5} para el año 2011, Figura 4.17.

Cuadrante I: Esto es que, a alto número de casos de enfermedades del aparato respiratorio, altas concentraciones de Ozono en Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de contaminante partículas suspendidas PM_{2.5} esto significa que, está por arriba de la media, un municipio que es Toluca, diagnosticado como un lugar vulnerable tanto por casos de enfermedad y por contaminante.

Cuadrante II: Esto indica que a hay bajos casos de enfermedades del aparato respiratorio, altos porcentajes altas concentraciones de Ozono en Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) contaminante partículas suspendidas PM_{2.5} esto significa que, está por debajo de la media, pero no hay municipio en el cuadrante

Cuadrante III: Esto es que a hay bajos casos de enfermedades del aparato respiratorio, bajas concentraciones de Ozono en Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de contaminante partículas suspendidas PM_{2.5} que, está por debajo de la media con el municipio de Metepec, diagnosticado como un lugar saludable en términos de contaminación ambiental.

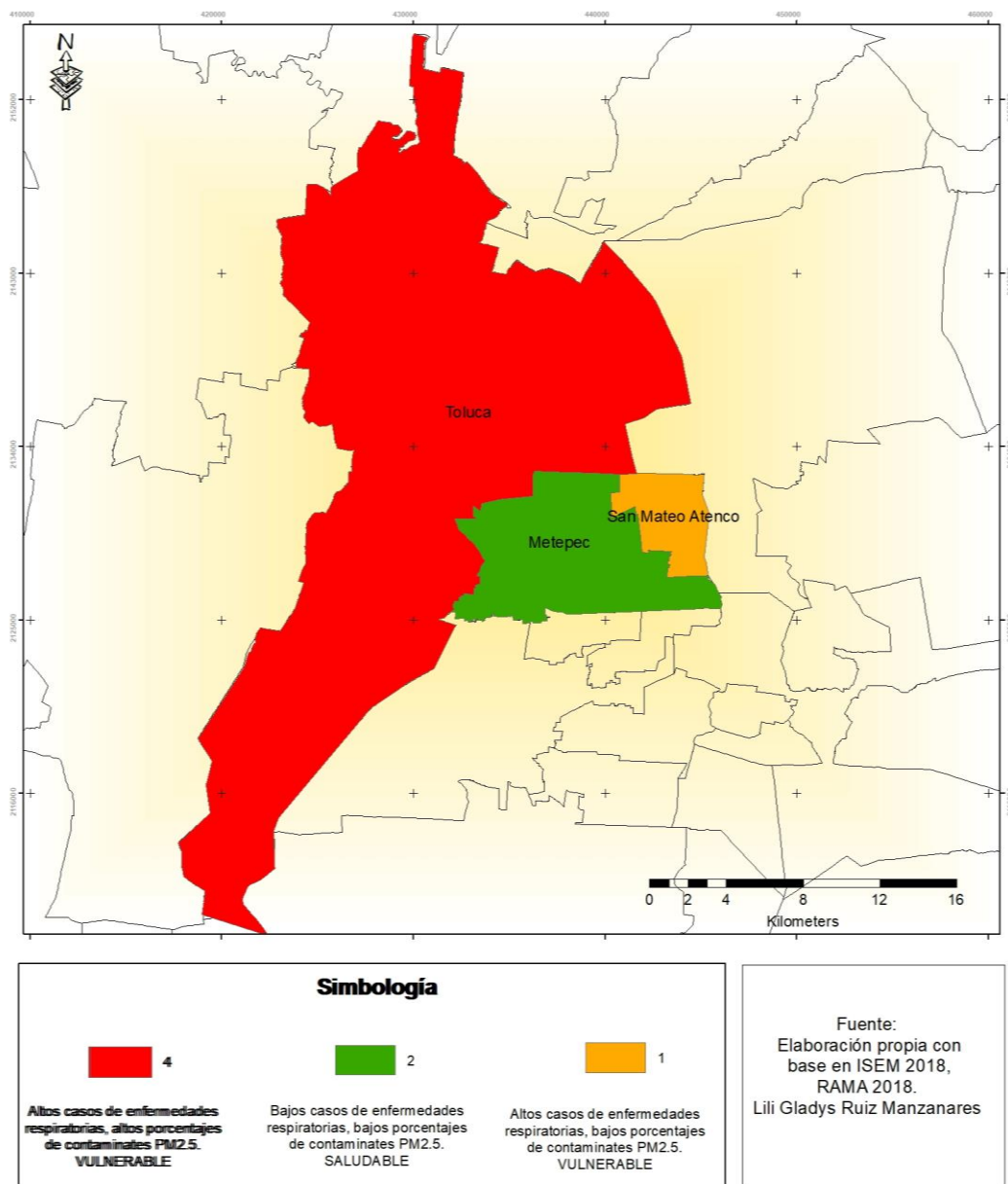
Cuadrante IV: Esto es que a hay altos casos de enfermedades del aparato respiratorio, bajas concentraciones de Ozono en Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de contaminante partículas suspendidas PM_{2.5} esto significa que, está por arriba de la media con el municipio de San Mateo Atenco en estado vulnerable (ver cuadro 4.13 y figura 18).

Cuadro.2.7 Análisis bivariado de casos de enfermedades del aparato respiratorio y Partículas Suspendidas PM_{2.5} (valores estandarizados) 2011.

Cuadrante	Asignación de color en la cartografía	Valores “z” Casos de enfermedades eje “x”	Valores “z” contaminante PM _{2.5} eje “y”	No. de Municipios	Municipios	Rango	Características
I		Valores mayores a “0”	Valores mayores a “0”	1	Toluca	4	Vulnerables
II		Valores menores a “0”	Valores mayores a “0”	x	x	3	Saludable
III		Valores menores a “0”	Valores menores a “0”	1	Metepec	2	Moderadamente Saludable
IV		Valores mayores a “0”	Valores menores a “0”	1	San Mateo Atenco	1	Moderadamente Vulnerable

Elaboración propia (2019), con base en el Instituto de Salud del Estado de México ISEM (2018); Red Automática de Monitoreo Atmosférico RAMA (2018).

Figura. Representación cartográfica del análisis bivariado de casos de enfermedades del aparato respiratorio y Partículas Suspendidas PM_{2.5}, 2011.



Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Análisis bivariado de las enfermedades del aparato respiratorio con la distribución de los contaminantes PM₁₀ (valores estandarizados) 2011.

Para la determinación del análisis bivariado se requiere de la gráfica de dispersión en donde el eje de las “X”, representan los casos de enfermedades del aparato respiratorio; el eje de las “Y”, indican los contaminantes partículas suspendidas PM₁₀ para el año 2011, Figura 4.1.

Cuadrante I: Esto es que, a alto número de casos de enfermedades del aparato respiratorio, y las altas concentraciones de Ozono en Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de contaminante partículas suspendidas PM₁₀ esto significa que, está por arriba de la media, un municipio que es Toluca, diagnosticado como un lugar vulnerable tanto por casos de enfermedad y por contaminante.

Cuadrante II: Esto es que a hay bajos casos de enfermedades del aparato respiratorio, altos porcentajes de contaminante partículas suspendidas PM₁₀ esto significa que, está por debajo de la media, pero no hay municipio en el cuadrante

Cuadrante III: Esto es que a hay bajos casos de enfermedades del aparato respiratorio, bajos porcentajes de contaminante partículas suspendidas PM₁₀ que, está por debajo de la media con el municipio de Metepec, diagnosticado como un lugar moderadamente saludable en términos de contaminación ambiental.

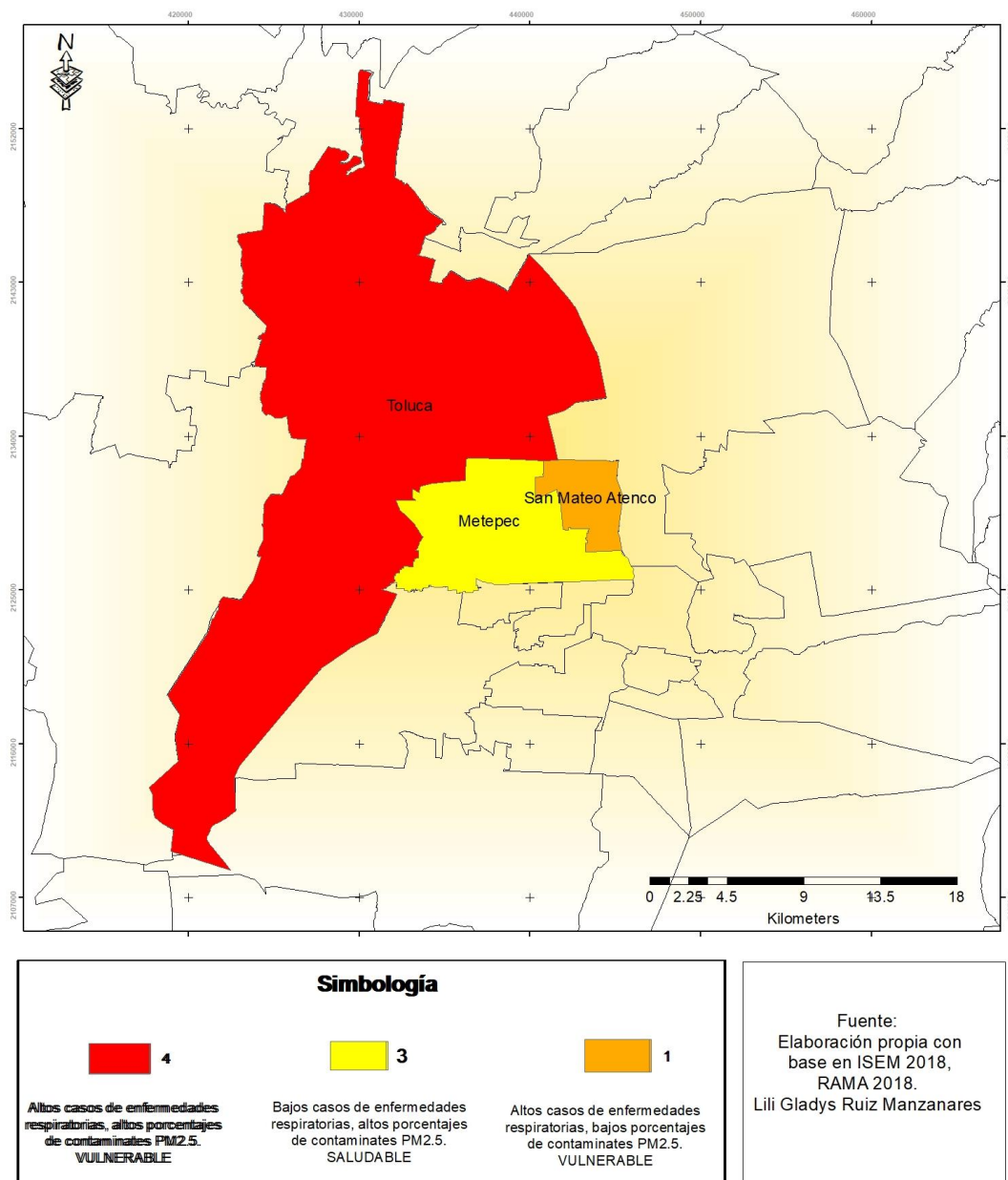
Cuadrante IV: Esto es que a hay altos casos de enfermedades del aparato respiratorio, bajas concentraciones de Ozono en Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante partículas suspendidas PM₁₀ esto significa que, está por arriba de la media con el municipio de San Mateo Atenco en estado Vulnerable. (ver cuadro 4.13 y figura 18)

2.8 Cuadro. Análisis bivariado de casos de enfermedades del aparato respiratorio y Partículas Suspensas PM₁₀ (valores estandarizados) 2011.

Cuadrante	Asignación de color en la cartografía	Valores “z” Casos de enfermedades eje “x”	Valores “z” contaminante PM ₁₀ eje “y”	No. de Municipios	Municipios	Rango	Características
I		Valores mayores a “0”	Valores mayores a “0”	1	Toluca	4	Vulnerables
II		Valores menores a “0”	Valores mayores a “0”	1	Metepec	3	Saludable
III		Valores menores a “0”	Valores menores a “0”	x	x	2	Moderadamente Saludable
IV		Valores mayores a “0”	Valores menores a “0”	1	San Mateo Atenco	1	Moderadamente Vulnerable

Elaboración propia (2019), con base en el Instituto de Salud del Estado de México ISEM (2018); Red Automática de Monitoreo Atmosférico RAMA (2018).

Figura. Representación cartográfica del análisis bivariado de casos de enfermedades del aparato respiratorio y Partículas Suspendidas PM₁₀, 2011.



Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Análisis bivariado de las enfermedades del aparato respiratorio con la distribución de los contaminantes PM_{2.5} (valores estandarizados) 2015.

Para la determinación del análisis bivariado se requiere de la gráfica de dispersión en donde el eje de las “X”, representan los casos de enfermedades del aparato respiratorio; el eje de las “Y”, indican los contaminantes PM_{2.5} para el año 2015, Figura 4.17.

Cuadrante I: Esto es que, a alto número de casos de enfermedades del aparato respiratorio, altas concentraciones de Ozono en Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante partículas suspendidas PM_{2.5} esto significa que, está por arriba de la media, un municipio que es Toluca, diagnosticado como un lugar vulnerable tanto por casos de enfermedad y por contaminante.

Cuadrante II: Esto es que a hay bajos casos de enfermedades del aparato respiratorio, altas concentraciones de Ozono en Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de contaminante partículas suspendidas PM_{2.5} esto significa que, está por debajo de la media, con el municipio de Metepec se encuentra es estado saludable.

Cuadrante III: Esto es que a hay bajos casos de enfermedades del aparato respiratorio, bajas concentraciones de Ozono en Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante partículas suspendidas PM_{2.5} que, está por debajo de la media, sin municipio en el cuadrante.

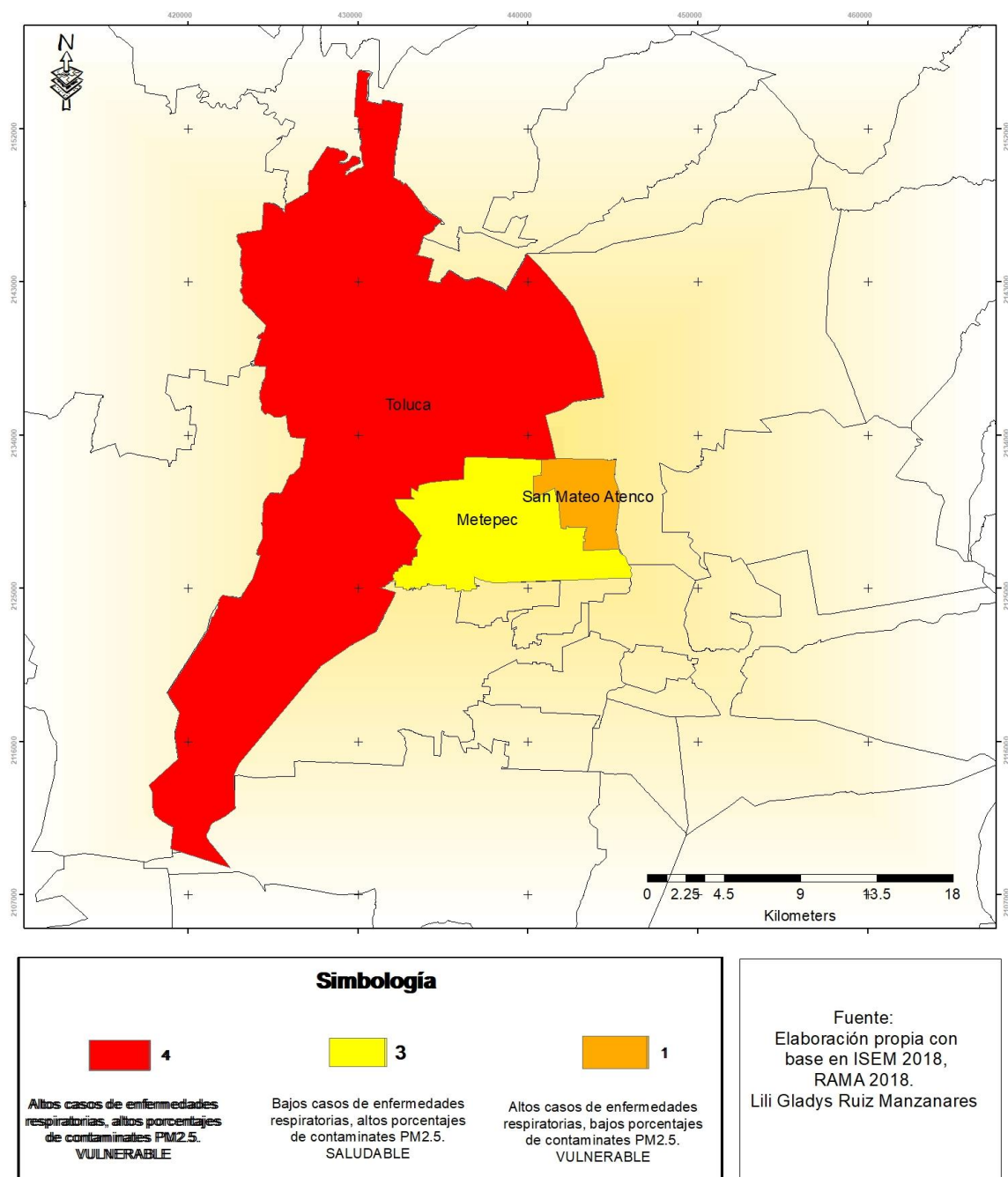
Cuadrante IV: Esto es que a hay altos casos de enfermedades del aparato respiratorio, bajas concentraciones de Ozono en Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de contaminante partículas suspendidas PM_{2.5} esto significa que, está por arriba de la media con el municipio de San Mateo Atenco en estado moderadamente vulnerable (ver cuadro 4.13 y figura 18)

2.9 Cuadro. Análisis bivariado de casos de enfermedades del aparato respiratorio y Partículas Suspendidas PM_{2.5} (valores estandarizados) 2015.

Cuadrante	Asignación de color en la cartografía	Valores “z” Casos de enfermedades eje “x”	Valores “z” contaminante PM _{2.5} eje “y”	No. de Municipios	Municipios	Rango	Características
I		Valores mayores a “0”	Valores mayores a “0”	1	Toluca	4	Vulnerables
II		Valores menores a “0”	Valores mayores a “0”	x	Metepec	3	Saludable
III		Valores menores a “0”	Valores menores a “0”	0	0	2	Moderadamente Saludable
IV		Valores mayores a “0”	Valores menores a “0”	1	San Mateo Atenco	1	Moderadamente Vulnerable

Fuente: Elaboración propia (2019), con base en el Instituto de Salud del Estado de México ISEM (2018); Red Automática de Monitoreo Atmosférico RAMA (2018).

1.15 Figura. Representación cartográfica del análisis bivariado de casos de enfermedades del aparato respiratorio y Partículas Suspensas PM_{2.5}, 2015.



Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Análisis bivariado de las enfermedades del aparato respiratorio con la distribución de los contaminantes PM₁₀ (valores estandarizados) 2015

Para la determinación del análisis bivariado se requiere de la gráfica de dispersión en donde el eje de las “X”, representan los casos de enfermedades del aparato respiratorio; el eje de las “Y”, indican los contaminantes PM₁₀ para el año 2015, Figura 4.17.

Cuadrante I: Esto es que, a altos casos de enfermedades del aparato respiratorio, altas concentraciones de Ozono en Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante partículas suspendidas PM₁₀ esto significa que, está por arriba de la media, no hay municipio en el cuadrante.

Cuadrante II: Esto es que a hay bajos casos de enfermedades del aparato respiratorio, altas concentraciones de Ozono en Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante partículas suspendidas PM₁₀ esto significa que, está por debajo de la media, en el municipio de Toluca en estado saludable.

Cuadrante III: Esto es que a hay bajos casos de enfermedades del aparato respiratorio, bajas concentraciones de Ozono en Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante partículas suspendidas PM₁₀ que, está por debajo de la media con el municipio de Metepec, diagnosticado como un lugar moderadamente saludable.

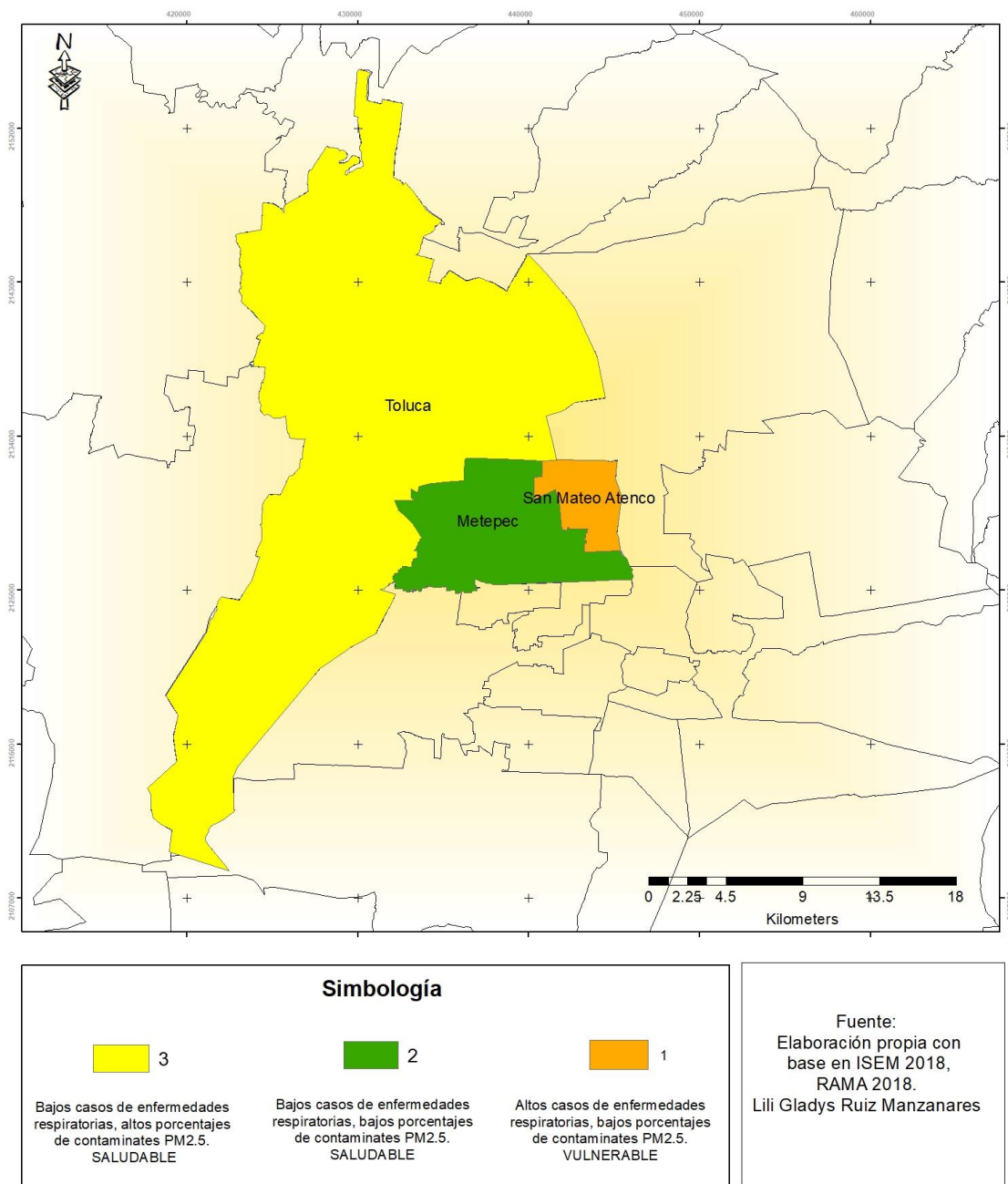
Cuadrante IV: Esto es que a hay altos casos de enfermedades del aparato respiratorio, bajas concentraciones de Ozono en Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de contaminante partículas suspendidas PM_{2.5} esto significa que, está por arriba de la media con el municipio de San Mateo Atenco en estado moderadamente vulnerable (ver cuadro 4.13 y figura 18)

2.10 Cuadro. Análisis bivariado de casos de enfermedades del aparato respiratorio y Partículas Suspensas PM₁₀ (valores estandarizados) 2015.

Cuadrante	Asignación de color en la cartografía	Valores “z” Casos de enfermedades eje “x”	Valores “z” contaminante PM ₁₀ eje “y”	No. de Municipios	Municipios	Rango	Características
I		Valores mayores a “0”	Valores mayores a “0”	0	0	4	Vulnerables
II		Valores menores a “0”	Valores mayores a “0”	1	Toluca	3	Saludable
III		Valores menores a “0”	Valores menores a “0”	1	Metepec	2	Moderadamente Saludable
IV		Valores mayores a “0”	Valores menores a “0”	1	San Mateo Atenco	1	Moderadamente Vulnerable

Fuente: Elaboración propia (2019), con base en el Instituto de Salud del Estado de México ISEM (2018); Red Automática de Monitoreo Atmosférico RAMA (2018).

1.16 Figura. Representación cartográfica del análisis bivariado de casos de enfermedades del aparato respiratorio y Partículas Suspensas PM₁₀, 2015.



Fuente: Elaboración propia con base en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Conclusiones y recomendaciones

Se concluye de esta investigación, se comprobó la hipótesis la cual señala que la distribución espacial de las enfermedades del aparato respiratorio presenta una variación geográfica debido a los contaminantes del aire: Partículas Suspendidas de 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$) y Partículas Suspendidas de 10 micrómetros PM_{10} del municipio de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco pueden mostrar variación debido a diversos factores, tales como la dirección de los vientos, su altitud, estación del año.

El objetivo general se cumplió el cual señala, analizar la distribución espacial de enfermedades del aparato respiratorio y su relación con los contaminantes Partículas Suspendidas de 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$) y Partículas Suspendidas de 10 micrómetros (PM_{10}) en los municipios de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco para los años 2011 y 2015.

La generación de la metodología empleada permitió el logro de los objetivos planteados la cual se caracteriza por la obtención de la información, la implementación de una base de datos espaciales, el procesamiento de la información y la generación de cartografía.

Existe una limitante al de los datos a nivel salud, ya que se debieron de haber analizados por enfermedad no por generalización de todas las enfermedades del aparato respiratorio.

La prevalencia de las enfermedades del aparato respiratorio y de los contaminantes $PM_{2.5}$ y PM_{10} , coinciden en que el municipio de Toluca ya que predomina con una alta relación entre las dos variables. En el comportamiento anual del contaminante partículas suspendidas $PM_{2.5}$ del año 2011 muestra una dispersión del contaminante en la estación de san Cristóbal Huichochitlán y en la estación de Ceboruco muy distinta a la variación, al año 2015, donde se intensifica especialmente en la estación Aeropuerto. En el comportamiento anual del contaminante partículas suspendidas PM_{10} del año 2011 muestra una dispersión del contaminante en la estación de san Cristóbal Huichochitlán, estación Aeropuerto y en la estación de Metepec, una variación similar, al año 2015.

Los comportamientos anuales de dichos contaminantes dependieron de falta de algunos datos que no se registraron en la estación, y el acontecimiento más predominante la desconexión de la red Aeropuerto en el año 2015 a partir de mes de septiembre, dado a que los datos obtenidos pasaban la norma oficial mexicana de concentración de Partículas suspendidas.

La dirección de los vientos juega un papel importante ya que los vientos son relativamente variables dependiendo la estación del año tal es el caso de la temporada invernal donde los vientos van directamente hacia el noreste donde encuentra la estación Aeropuerto y donde los casos se han aumentado; y en la temporada de verano los vientos cambian hacia el noroeste donde se encuentra la estación de San Cristóbal Huichochitlán.

contaminación del aire incide en los casos por enfermedades respiratorias con mayor intensidad en el municipio de Toluca, ya que se sugiere una ampliación de las estaciones de Monitoreo Atmosférico principalmente en la zona norte que es una de las más afectadas por estos acontecimientos, al igual de la implementación y gestión de una mejora ambiental, mediante áreas verdes.

La gran importancia de esta investigación aumenta con la contingencia existente en el mes de mayo del 2019, donde por primera vez el presidente municipal, emitió un comunicado de la situación que se estaba viviendo, donde la secretaria del medio ambiente no tiene las herramientas adecuadas para contrarrestarla y además informa que la calidad del aire no ha sido buena durante los últimos cinco años, tema de interés ya que no solo afecta en nuestra vida cotidiana sino en nuestra salud, en nuestra calidad de vida.

Hacer estudios más específicos en los municipios a nivel de desagregación más específica, donde se realice a nivel centro de salud, y por localidad, y que tanto afecta en la vida de la población una contingencia ambiental.

REFERENCIA

- Adame, R. A. (2000). Contaminación Ambiental. México: Trillas
- Ashworth, D. C., Fuller, G. W., Toledano, M. B., Font, A., Elliott, P., Hansell, A. L., & De Hoogh, K. (2013). Comparative assessment of particulate air pollution exposure from municipal solid waste incinerator emissions. *Journal of Environmental and Public Health*, 2013.
- Ayllón, T, T : (2003). Elementos de meteorología y climatología. Trillas, México.
- Bassol A. (2002) “Geografía Socioeconómica de México” Trillas, México.
- Benas, N., Beloconi, A., & Chrysoulakis, N. (2013). Estimation of urban PM10 concentration, based on MODIS and MERIS/AATSR synergistic observations. *Atmospheric Environment*, 79, 448-454. doi:10.1016/j.atmosenv.2013.07.012
- Boudin, J. (1843) “Essai de Géographie Médicale ou Etudes sur les lois qui président á la distribution géographique des maladies”. Gaermer- Bailliére. Paris.
- Buzai G. y C. Baxendale (2011), Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica, perspectiva científica / temática de base raster(tomo1). Lugar editorial, Buenos Aires, Argentina.
- Buzai, Gustavo Daniel y Claudia A. Baxendale, (2006) Análisis socio espacial con Sistemas de Información Geográfica. Buenos aires: Lugar. ISBN: 950-892-264-8.
- Camacho, J, M. (2009). cambio climático y salud. Asociación de la temperatura en enfermedades en menor de 5 años y mayores de 50 años, Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, México. Tesis de Licenciatura en Geografía. UAEM. 106 P.
- Campos, A. (2006). Evaluación de partículas atmosféricas pst y pm10 en la ciudad de chihuahua, méxico: niveles de concentración. (Doctorado), Universidad Autónoma de Chihuahua, México.
- Cecilia Rivera Hidalgo Flor Sánchez Rojas Miguel Angel Andrade Robles. (2016). Contaminación Atmosférica de la Zona Metropolitana del Valle de México y sus efectos en la salud. UAM, 1, 18-23

- Cecotti E. (1994) Clínica estomatológica. SIDA, cáncer y otras afecciones. Buenos Aires: Médica Panamericana;178-9.
- Cenetec. (2011) Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Otitis Media Aguda en la Edad Pediátrica: Catálogo Maestro de guías de práctica clínica (ed.) Guía de Práctica clínica. México DF: Cenetec; p. 1-12.
- Cherry JD. Pharyngitis. En: Cherry JD, Harrison JG, Kaplan SL, Steinback WJ, Hotez PJ. 2013 Textbook of pediatric infectious diseases. Saunders Elsevier. Philadelphia. 7^a ed.. p. 156-65.
- COESPO (Consejo Estatal de Población) (2019) Proyecciones de la Población de los Municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca 2000-2020.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. (1997). Plan de prevención y descontaminación atmosférica para la Región Metropolitana. Santiago.
- Cotran R, Kumar V, Collins T. , (2000) Patología estructural y funcional. 6 ed. Madrid: Mc Graw- Hill-Interamericana; 370-3.
- D., F. (2005). air pollution and hospital admissions for respiratory conditions. in Rome Italy: European ARespiratory Journal.
- D'Amato G. (2002). Environmental urban factors (air pollution and allergens) and the rising trends in allergic respiratory diseases. Allergy, 57: 30-33.
- Dieterlen, P. (2015). “justicia distributiva y salud”. Fondo de Cultura Económica. México.
- Dubos, Rene. (1975). El Espejismo de la Salud. Mexico.
- Esper Alemany, V. y López Jiménez, P.A.,(2000). Dispersión de contaminantes en la atmósfera [en línea]. S.I.: Universidad Politécnica de Valencia. ISBN 8477219141. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=24835>.
- Fernández, G. F.-M., Rojo Pérez, F., & Prieto Flores, M. E. (2007). GEOGRAFÍAS DE LA SALUD: desde la ecología de la enfermedad a la calidad de vida. Luján, Argetina : Departamento de ciencias Sociales, Programa de Estudios Geograficos
- Figuroa Montaña, A., Davydova-Belitskaya V., Garibay Chávez, G., Parada Gallardo, T., Orozco-Medina, M. G. (2016). PM10 y O3 como factores de riesgo de mortalidad por enfermedades cardiovasculares y neumonía en la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México. Redalyc , 1, 14-23. 14 de julio 2018, de Universidad Autónoma de Yucatán México.

- Flores, R., Jesús Hernán, Peña, G., Pablo, Madrigal, U., Delfino, Ramos, C., Leonardo, López, M. A., & Morales, M., José. (2010). Estimación del riesgo a la exposición de partículas suspendidas en el Valle de Toluca. *Ciencia y Ergo Sum*, 17, 72-80.
- Garay J. (1985) Atlas de patología del complejo bucal. La Habana: Científico-Técnica; 131-3
- Garduño, R. (1994). El veleidoso clima. FCE, México.
- GEM (2005) Diagnóstico Ambiental de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, Proyecto Ciudades Ecológicas. Secretaría de Ecología. México.
- Giovanni Angelo Salini Calderón, Evelin Jhovana Medina Mitma. (2016). Estudio sobre la dinámica temporal de material particulado PM10 emitido en Cochabamba, Bolivia. *Rev. Int. Contam. Ambie.* , 1, 438-446. 08 de junio del 2018, De antecedente Bolivia Base de datos
- Golub E, y Sánchez G (2012). Salud ambiental en Colombia. Una evaluación económica de la salud Efectos. Departamento de Desarrollo Sostenible Región de América Latina y el Caribe 350 Unidad de Gestión de País de Colombia y México. Informe preparado para el Banco Mundial.
- Goodchild, M. (1987) "Towards an enumeration and classification of GIS functions". *Proceedings, IGIS87; the Research Agenda*, Aangeenburg. R. y Schiffman, M (eds). Washington.DC; NASA, 11, 67-77.
- Hernández -Romero, J.; D. Madrigal y C. Morales (2005). "El monóxido de carbono y el clima en Toluca, de 1995 a 2001", *Ciencia ergo sum*. Vol. 11. Núm. tres. Toluca. pp. 263-274.
- Hernández-Romero, J. (2002). Contaminación atmosférica en la ciudad de Toluca. Tesis. UAEM. Toluca
- IHME 2012. Institute for Health, Metrics and Evaluation. Dirección de Salud Ambiental Instituto Nacional de Salud Pública Centro Colaborador OPS/OMS, México, D.F. a 27 de abril de 2019.
- INE. (2011). Cuarto Almanaque de Datos y tendencias de la Calidad del aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009). Retrieved from México.

- INEGI. (2010). Modelo digital de elevación. 25 de septiembre 2018, de inegi Sitio web: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/queesmde.aspx>.
- Jadue. L; Marin, F. (2005) “Determinantes sociales en la salud de Chile: en la perspectiva de la equidad”. ICES, Chile.
- Jordi, G. (2013) El estudio de la salud y enfermedad desde una perspectiva geográfica: Temas, enfoques y métodos. Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales, Vol. XVIII, no. 1029, Barcelona, España.
- Kliegman RM, Stanton BF, St. Geme III JW, Schor NF. 2016 Nelson textbook of paediatrics. 20ª ed. Elsevier. Philadelphia. p. 2017-21
- Manahan, S., E. (2011). Química Ambiental (R. E. UNAM Ed. 1 ed ed.). México
- Martín Eusebio Cruz Campas, Agustín Gómez Álvarez, Roberto Ramírez Leal, Ana Gloria Villalba Villalba, Onofre Monge Amaya, Jaime Varela Salazar, Jesús Manuel Quiroz Castillo y Héctor Francisco Duarte Tagles. (2016). Calidad del aire respecto de metales (Pb, Cd, Ni, Cu, Cr) y relación con salud respiratoria: Caso Sonora, México. Rev. Int. Contam. Ambie, 1, 23-34. 26 de septiembre 2018.
- Martuzzi, M., Francesco, M., Ivano, L., & Maria, S. (2006). Health impact of PM10 and ozone in 13 Italian Cities. Europe: World Health Organization.
- Meraz, L. C. (18 de 02 de 2018). Salud. Obtenido de EsMas: <http://www2.esmas.com/salud/enfermedades/664542/enfermedades-respiratorias-tips-y-medidas-preventivas/>
- Meza, L., Quintero, M., García, R., & Ramírez, J. (2010). Estimación de Factores de Emisión de PM10 y PM2.5, en Vías Urbanas en Mexicali, Baja California, México. Información Tecnológica, 21.
- Ministerio de Salud. Mortalidad y Morbilidad Durante la Niebla de Londres (1954). Informes sobre Salud Pública y Asuntos Médicos No 95. Londres, Reino Unido: Ministerio de Salud de Londres.
- Morales, C, C; Madrigal U, D; González B, L, A; (2007) Isla de calor en Toluca, México Ciencia Ergo Sum, vol. 14, núm. 3, noviembre-febrero, pp. 307-316. Universidad Autónoma del Estado de México Toluca, México.

- Morelos Martínez, J. (2009). Análisis Univariante de la Distribución Espacial de las PM10 Aerotransportadas en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca / José Morelos Martínez; director, Elizabeth Teresita Romero Guzmán. (MAESTRÍA), UAEM, México. (MCA 23
- Moreno J. A. (2001). Geomarketing con Sistemas de Información Geografica. Departamento de Geografía. Universidad Autónoma de Madrid, España. Pp138.
- NOM-025-SSA1-2014. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación. Publicado en DOF el 20 de agosto 2014.
- Olivera, Ana (1993) Geografía de la Salud. Espacios y Sociedades, Serie general número 26, Editorial Síntesis, Madrid. ISBN: 84-7738-196-8, 160 p.
- OMS (2006) Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf (Consultado en Julio, 2016).
- OMS (2017). Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. En: NULL, Centro de prensa OMS - Calidad del Aire [en línea]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>.
- OMS (2018). Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas. 24 de agosto 2018, de ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD Sitio web: http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/air_pollution/es/.
- OMS (1995) Clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud Publicación científica No. 554. 10a Rev, Vol. 1: 499. Ginebra, OMS
- OMS (1998). Foco en tuberculosis. FDI World; 7:8-11.

- OPS (2014). Noticias Comunicados de prensa Archivos Declaraciones Notas para los medios de información Eventos Notas descriptivas Reportajes Comentarios Multimedia Contactos 7 millones de muertes cada año debidas a la contaminación atmosférica. 12 de junio 2018, de OMS Sitio web: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/es/> of Aberdeen, United Kingdom. Chron Respir Dis ; 4:227-236.
- OPS (2005) Organización Panamericana de la Salud, Evaluación de los Efectos de la Contaminación del Aire en la Salud de América Latina y el Caribe. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsea/fulltext/contaminacion/indice.pdf>
- Orozco H, M, E;(2006). Escenarios interpretativos. Tendencias en la transformación de espacios rurales y periféricos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca Investigaciones Geográficas (Mx), núm. 60, agosto, pp. 110-126 Instituto de Geografía Distrito.
- Ortega Valcárcel, José (2000) “Los horizontes de la geografía”, en Los horizontes de la geografía: teoría de la geografía, Editorial Ariel, pp.: 495-552.
- Osornio-Vargas A., Bonner J. C., Alfaro-Moreno E., Martínez L., García-Cuellar C., Ponce-de-León Rosales S., Miranda J., y Rosas I., (2003), “Proinflammatory and Cytotoxic Effects of Mexico City Air Pollution Particulate Matter in Vitro are Dependent on Particle Size and Composition”. Environmental Health Perspectives, Vol. 111, No. 10, pp. 1289-1296.
- Peters JM, Avol E, Navidi W, London S J, Gauderman W J, Lurmann F, ... Thomas DC. (1999). A study of twelve Southern California communities with differing levels and types of air pollution: I. Prevalence of respiratory morbidity. American journal of respiratory and critical care medicine, 159: 760-767.
- Pickehayn, Jorge. (1999). Fundamentos teóricos de la geografía de la salud. Facultad de Filosofía humanidades y artes. Universidad de San Juan, Argentina.
- Pope III CA, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski DIK, & Thurston GD. (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. Jama, 287: 1132-1141.

- PROAIRE 2018 (Aire Limpio: Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (2007-2011). Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica-SMAGEM.
- Quadri, T. G. (1992). La ciudad de México y la contaminación atmosférica. México: Limusa
- Ramirez, M. L. (2009). La moderna geografía de la salud y las tecnologías de la información geográfica. *Revista de Investigaciones y ensayos Geograficos*, 53-63.
- Riera, J. (1985) La topografía médica vallisoletana de Pascual Pastor y López. Secretariado de publicaciones. Universidad de Valladolid, España.
- Riojas-Rodríguez H, Álamo-Hernández U, Texcalac-Sangrador JL, y Romieu, I. (2014). Evaluación del impacto en la salud de la disminución de las concentraciones de PM10 y ozono en el Área Metropolitana de la Ciudad de México: una base para un nuevo programa de gestión de la calidad del aire. *Salud Pública de México*, 56 (6), 579-591.
- Riojas-Rodríguez, H., Álamo, U., Texcalac-Sangrador, J., & Romieu, I. (2012). Estado del conocimiento sobre los efectos en la salud asociados a la contaminación del aire en la población de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. México: Instituto Nacional de Salud Pública.
- Rodríguez-Germade, I., Mohamed, K. J., Rey, D., Rubio, B., & García, Á. (2014). The influence of weather and climate on the reliability of magnetic properties of tree leaves as proxies for air pollution monitoring. *Science of The Total Environment*, 468–469(0), 892-902. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv>.
- Rojas Bracho, L., & Verónica, G. B. (2003a). Las partículas suspendidas, Aero partículas o aerosoles.
- Santana, G. (2011). Distribución y tendencia de la Diabetes Mellitus, en el Estado de México, utilizando Sistemas de Información Geográfica. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México.

- Santana, M. V. (2009). Condiciones Geográficas de Salud de la Población del Estado de México. México: UNAM.
- Santana.M.J. Santana. P. Lopez. L.M. (2014). Introducción a la Geografía de la salud: territorio, salud y bienestar. Toluca, Estado de México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Santos, Milton. (2000). La Naturaleza del Espacio. Madrid.
- SIGN, 2006. Bronchiolitis in children, a National Clinical Guideline. www.sign.ac.uk
- SINAVE. (2014). Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Informe de la salud de los mexicanos 2015. México, disponible en [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/64176/INFORME LA SALUD DE LOS MEXICANOS 2015_S.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/64176/INFORME_LA_SALUD_DE_LOS_MEXICANOS_2015_S.pdf), Recuperado el 29 de mayo 2019.
- SEMARNAT. (2012). Aire Limpio: Programa para el Valle de Toluca 2005-2011, informe de evaluación. México: SEMARNAT.
- Sorre, M., (1955). Fundamentos Biológicos de la Geografía Humana. Barcelona: Juventud.
- SSA (2000). Oficialía Mayor. Anuario Estadístico de la Secretaría de Salud y los Servicios de Salud de los Estados 1999. Dirección General de Estadística e Información. México, D.F, julio 81-262 y 11-77.
- Star, J y Estes, J. (1991): Geographic information systems An introduction. NuevaJersey, Englewood Cliffs.
- UNPD United Nations Population Division (2010). World Urbanization Prospects: The 2009 Revision. Disponible en: http://esa.un.org/unpd/wup/Documents/WUP2009_Highlights_Final.pdf
- Vargas, Ulate Gilbert (2012) “Espacio y territorio en el análisis Geográfico” Reflexiones, vol. 91, núm. 1. (p 313-326). Universidad de Costa Rica San José, Costa Rica. ISSN: 1021-1209

- Villegas, P. F. A., (1999). Evaluación y control de la contaminación. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- WHO (1948). Conferencia Sanitaria Internacional, celebrada en Nueva York. Obtenido de: <http://www.who.int/suggestions/faq/es/>
- WHO; (2003). Technical Working Group on priority disease, subgroup Respiratory Health. Baseline Report on Respiratory Health in the Framework of the European Environment and Health Strategies. Geneva: European Commission.

ANEXO

I

ANEXOS

Población

Proyección de Población total 2011

CLAV					
AÑO	MUN	NOM MUN	X	Y	POB TOTAL
2011	106	Toluca	19.294099	-99.7012548	856,800
	54	Metepec	19.2621401	-99.6339933	222,623
	76	San Mateo Atenco	19.277249	-99.5789127	75,629

Fuente: Ruiz L, 2019 Consejo Nacional de Población (CONAPO 2019).

Población total 2015

CLAV MUN			X	Y	
AÑO	NOM_MUN		POB_TOTAL		
2015	106	Toluca	19.294099	-99.7012548	873536
	54	Metepec	19.2621401	-99.6339933	227827
	76	San Mateo Atenco	19.277249	-99.5789127	75511

Fuente: Ruiz L, 2019. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2015).

ANEXO

II

Anexo

Mes														
		01 Enero	02 Febrero	03 Marzo	04 Abril	05 Mayo	06 Junio	07 Julio	08 Agosto	09 Septiembre	10 Octubre	11 Noviembre	12 Diciembre	Total
Municipio	Año	Casos	Casos	Casos	Casos	Casos	Casos	Casos	Casos	Casos	Casos	Casos	Casos	Casos
054 Metepec	2011	3603	3475	4367	2827	2699	3983	2332	2668	3166	2843	3751	3789	39503
	2015	5236	4744	3978	3835	2800	3062	4009	2516	4328	4120	4195	4042	46865
	Total	25488	24006	21062	17888	16600	16695	15522	13169	19117	21535	20888	21376	233346
076 San Mateo Atenco	2011	3049	2214	2480	1630	1528	2262	1365	1721	2268	2489	2882	1987	25875
	2015	2313	2198	1963	1647	1398	1590	1814	1178	2233	2194	1905	2164	22597
	Total	14339	12414	10516	8820	9037	9039	8289	7155	11246	13082	12470	11456	127863
106 Toluca	2011	24047	23040	25527	15772	15262	19351	11368	14788	19741	21665	24226	17067	231854
	2015	23211	20112	16585	15524	13374	13728	15999	10369	21579	19817	19173	20706	210177
	Total	127771	118570	97252	79335	79245	77615	70827	60391	99013	116413	110654	106520	1143606

Fuente: Elaboración propia 2019. Instituto de Salud del Estado de México ISEM (2018).

Tabla. Tasa de Morbilidad General 2011

Características de población y Tasa de Morbilidad General 2011								
Municipio	Población Total	Defunciones 2011	Tasa de Morbilidad General 2011	%TMG	Z_TMG	B_TMG	Cuadrante	Característica
054 Metepec	222623	940	4.22	34.47	0.79	1	IV	Vulnerable
106 Toluca	856800	3,592	4.19	34.23	0.62	1	IV	Vulnerable
076 San Mateo Atenco.	75629	290	3.83	31.30	-1.41	0	II	Moderadamente Saludable
PROM			12.25	33.33	0.00			
DESV E.				1.44				

Fuente; Elaboración propia (2019) SINAIS (2019),

Tabla. Tasa de Morbilidad General 2015.

Características de población y Tasa de Morbilidad General 2015								
Municipio	Población Total	Defunciones 2015	Tasa de Morbilidad General 2015	%TMG	Z_TMG	B_TMG	Cuadrante	Característica
054 Metepec	227827	1,014	4.5	31.38	-0.76	0	IV	Vulnerable
106 Toluca	873536	3,922	4.5	31.65	-0.65	0	IV	Vulnerable
076 San Mateo Atenco.	75511	396	5.2	36.97	1.41	1	II	Moderadamente Saludable
PROM			14.2	33.33	0.00			
DESV E.				2.57				

Fuente; Elaboración propia (2019) SINAIS (2019),

Tabla. Casos por enfermedades respiratorias 2011

Características de población y casos por enfermedades respiratorias 2011								
Municipio	Población Total	Casos	Tasa de Morbilidad por 1000 habitantes	%TMC	Z_TMC	B_TMC	Cuadrante	Característica
054 Metepec	222623	39503	177.44	22.46	-1.27	0	III	Saludable
106 Toluca	856800	231854	270.60	34.25	0.11	1	IV	Vulnerable
076 San Mateo Atenco.	75629	25875	342.13	43.30	1.17	1	I	Moderadamente Vulnerable
PROM			790.18	33.33	0.00			
DESV E.				8.53				

Fuente; Elaboración propia (2019) SINAIS (2019),

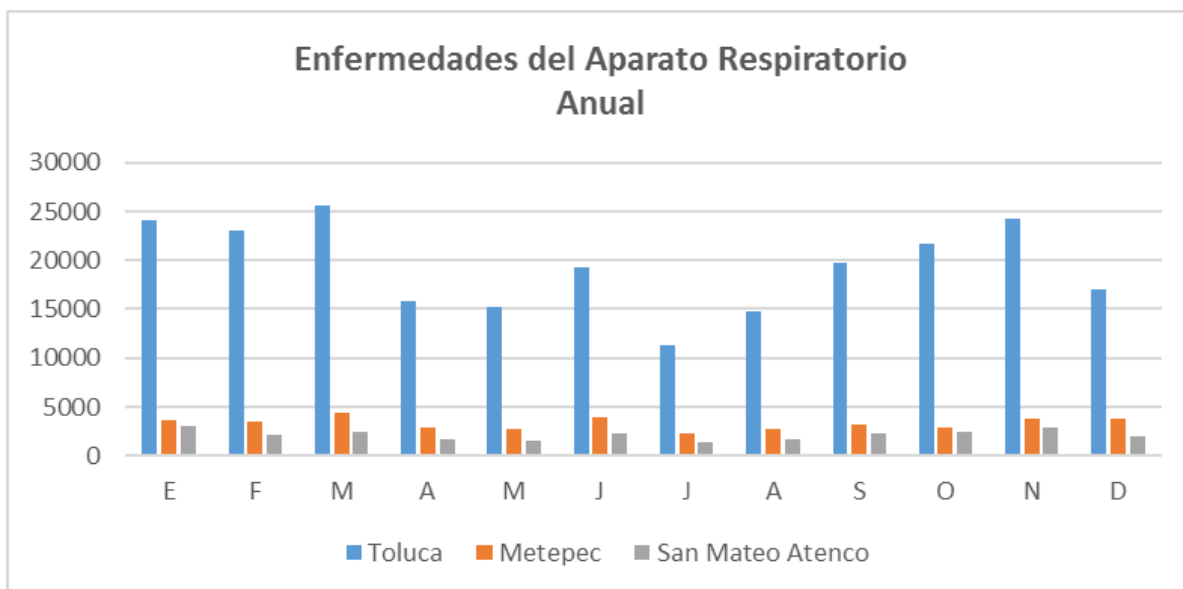
Tabla. Casos por enfermedades respiratorias 2015.

Características de población y casos por enfermedades respiratorias 2015								
Municipio	Población Total	Casos	Tasa de Morbilidad por 1000 habitantes	%TMC	Z_TMC	B_TMC	Cuadrante	Característica
054 Metepec	227827	46865	205.70	27.59	-1.11	0	III	Saludable
106 Toluca	873536	210177	240.60	32.27	-0.21	0	IV	Vulnerable
076 San Mateo Atenco.	75511	22597	299.25	40.14	1.31	1	I	Moderadamente Vulnerable
PROM			745.56	33.33	0.00			
DESV E.				5.18				

Fuente; Elaboración propia (2019) SINAIS (201

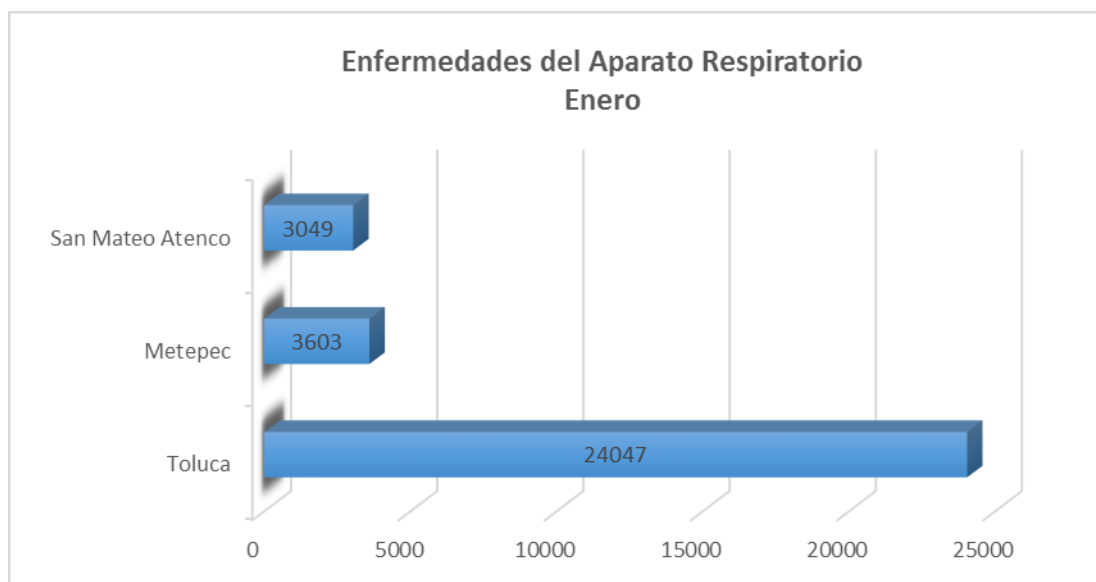
Anexo

Gráfica de Enfermedades del Aparato Respiratorio Anual año 2011



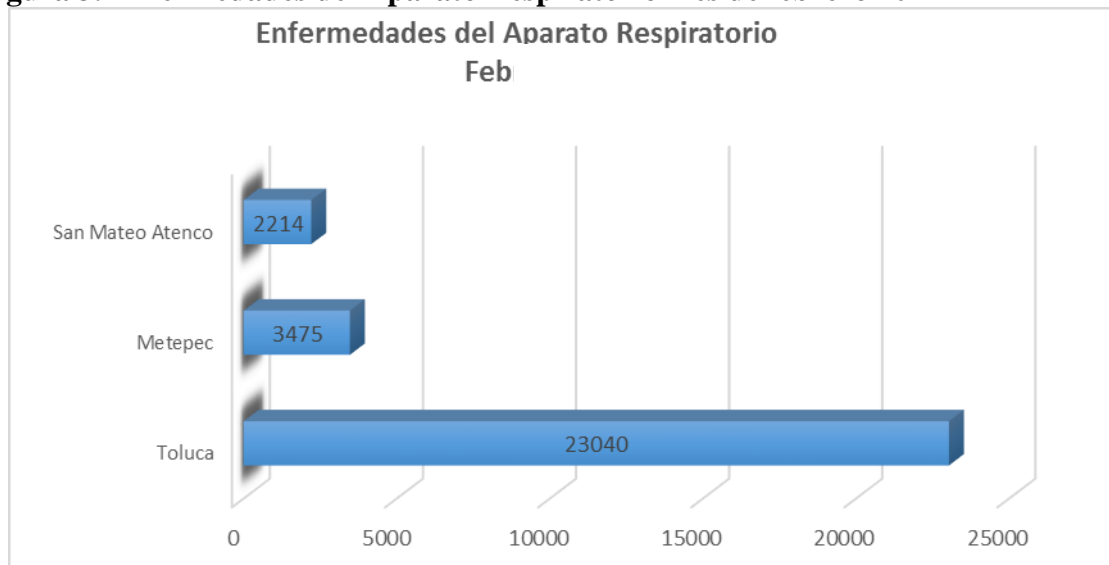
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 2. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de Enero 2011



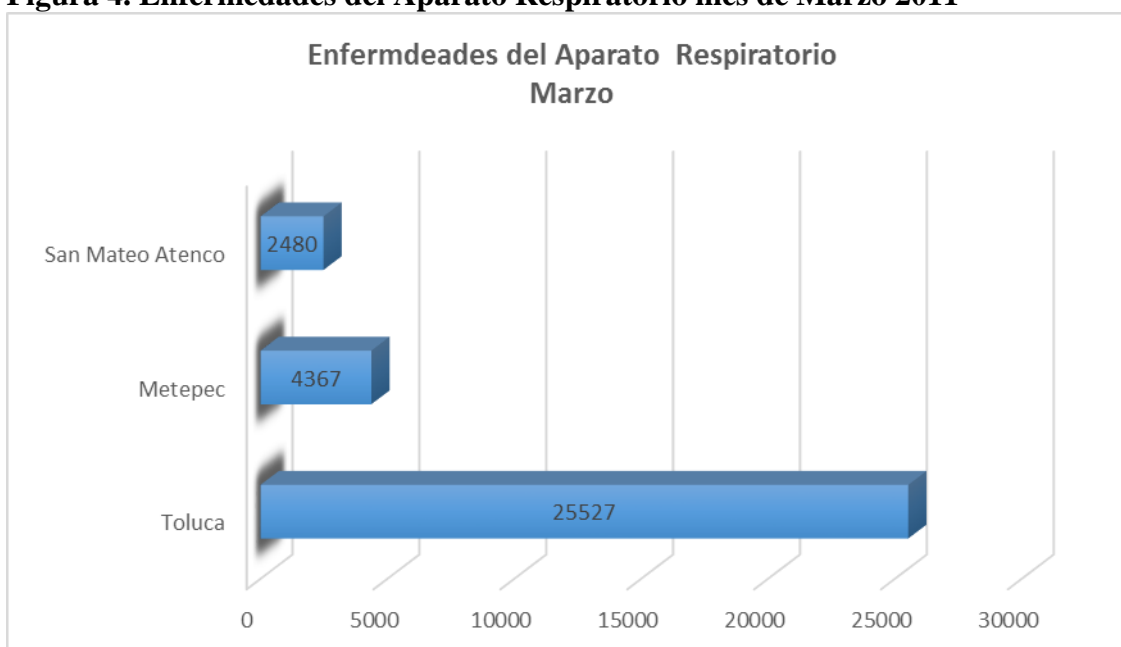
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 3. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de febrero 2011



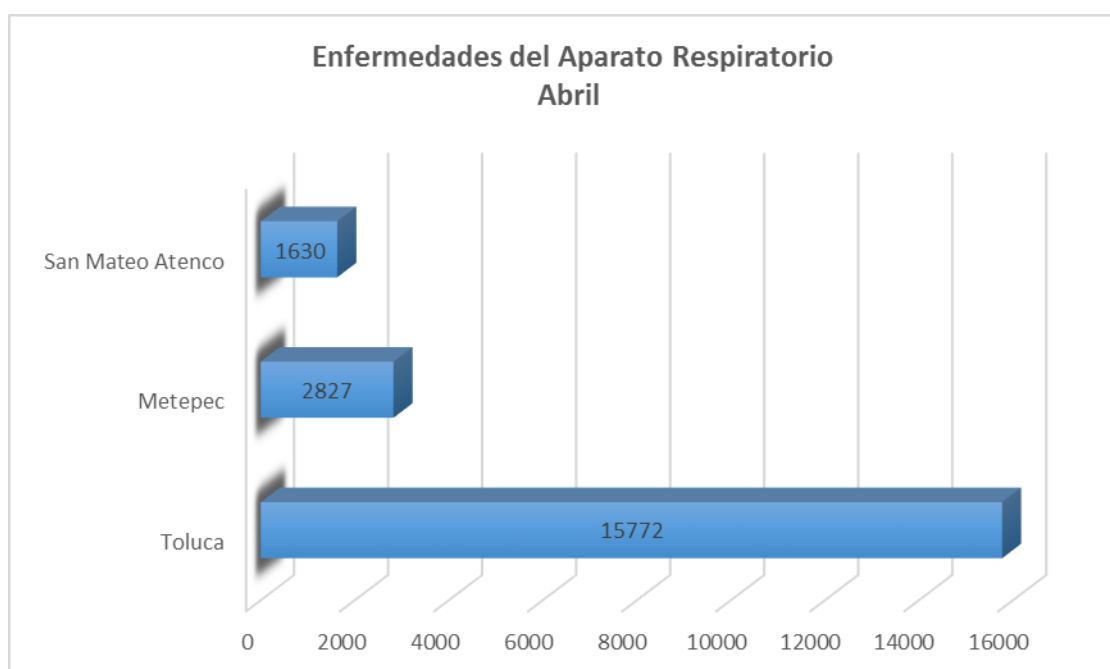
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 4. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de Marzo 2011



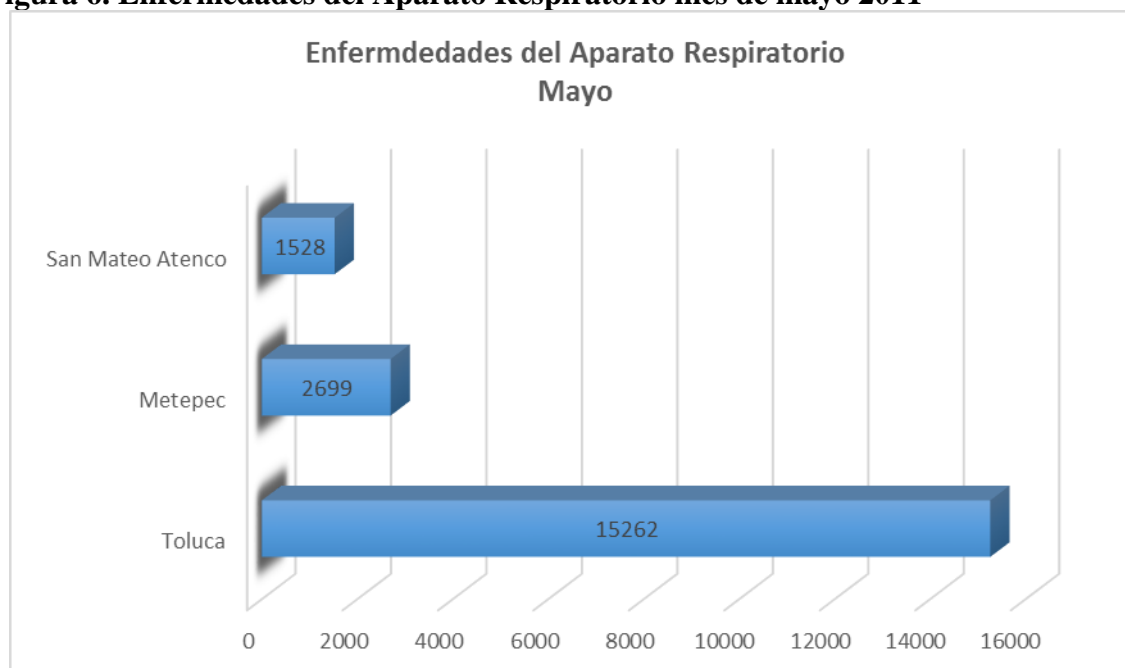
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 5. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de abril 2011



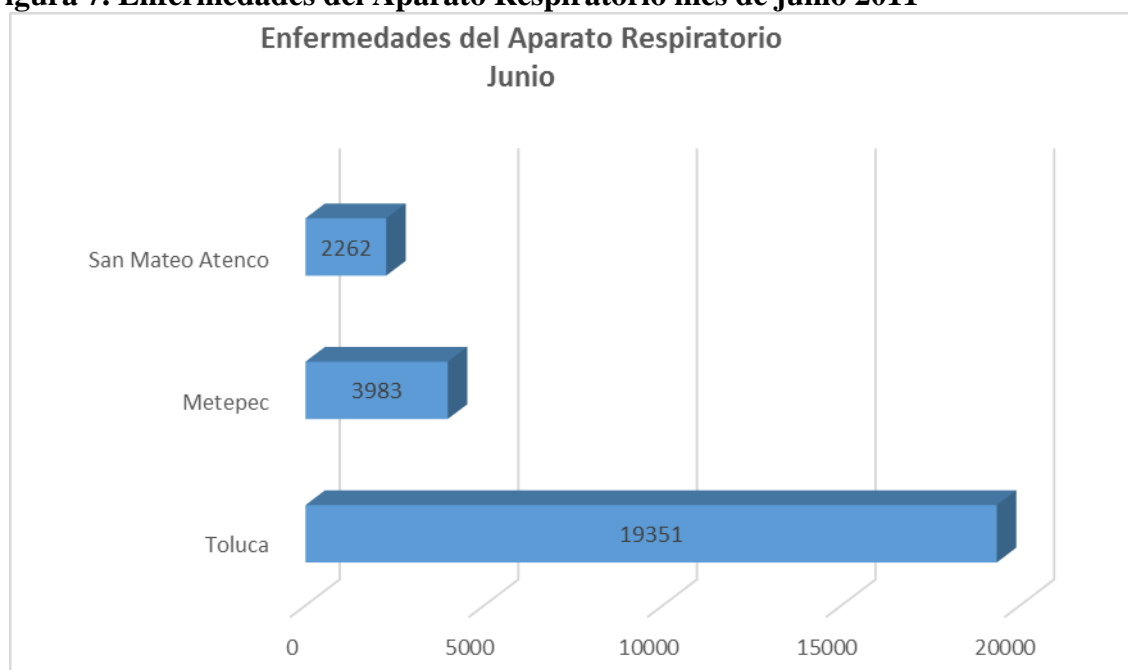
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 6. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de mayo 2011



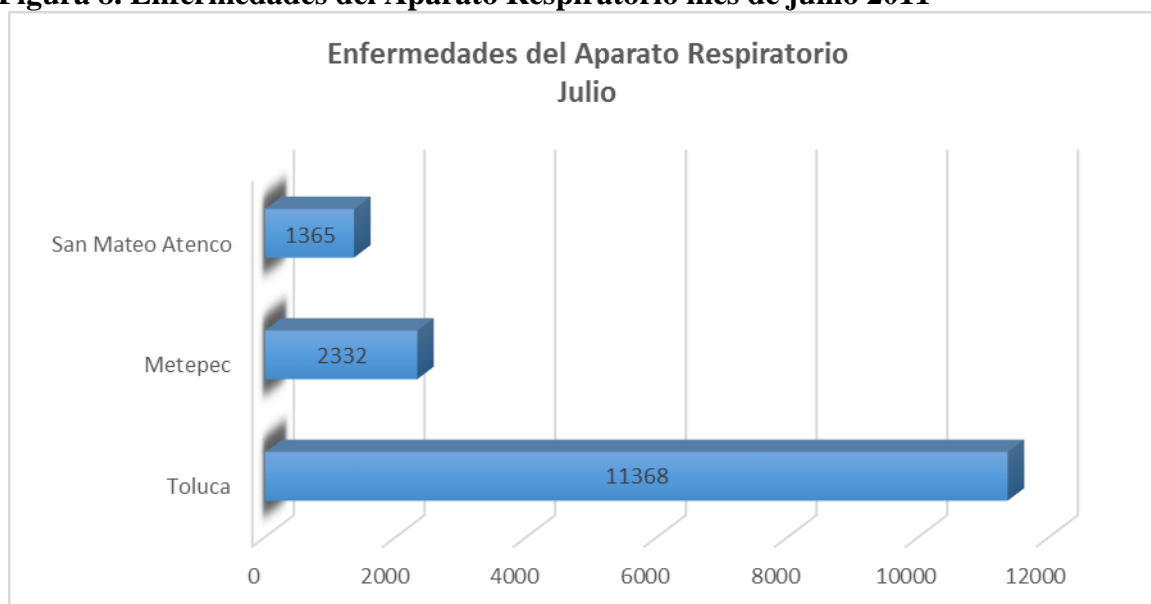
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 7. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de junio 2011



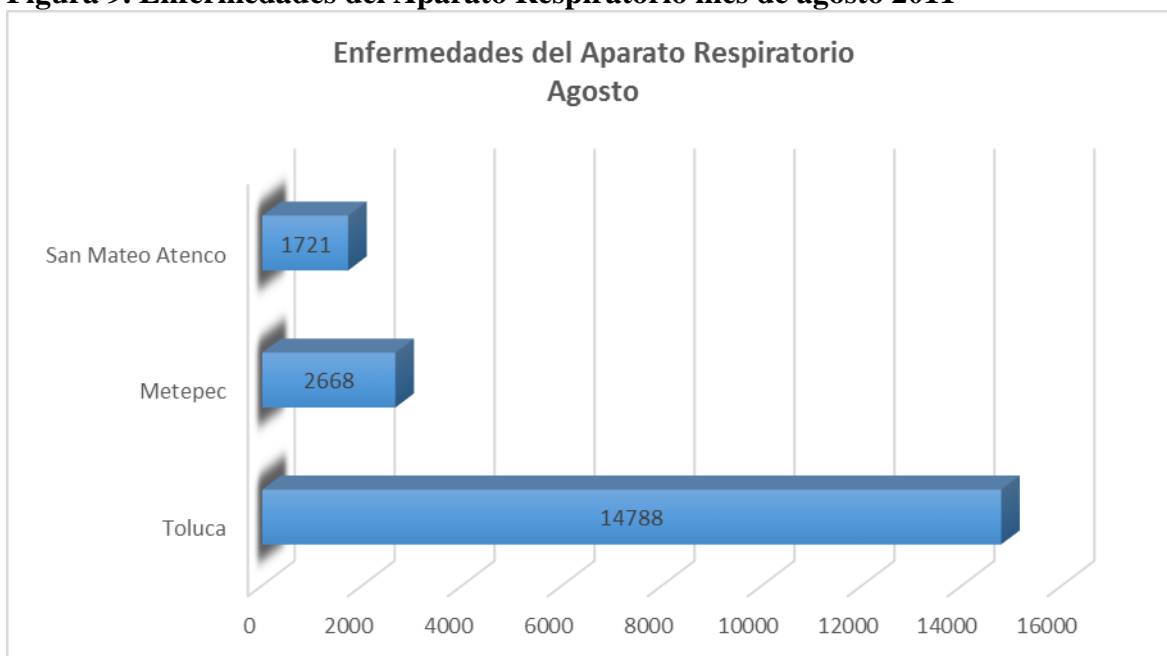
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).
2018).

Figura 8. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de junio 2011



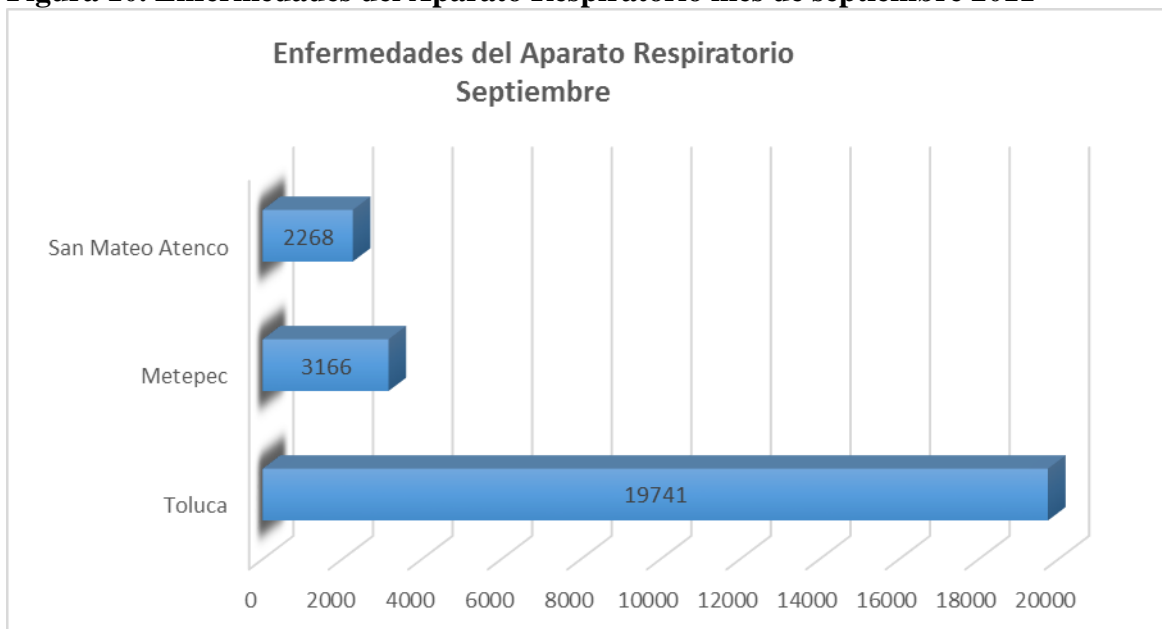
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 9. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de agosto 2011



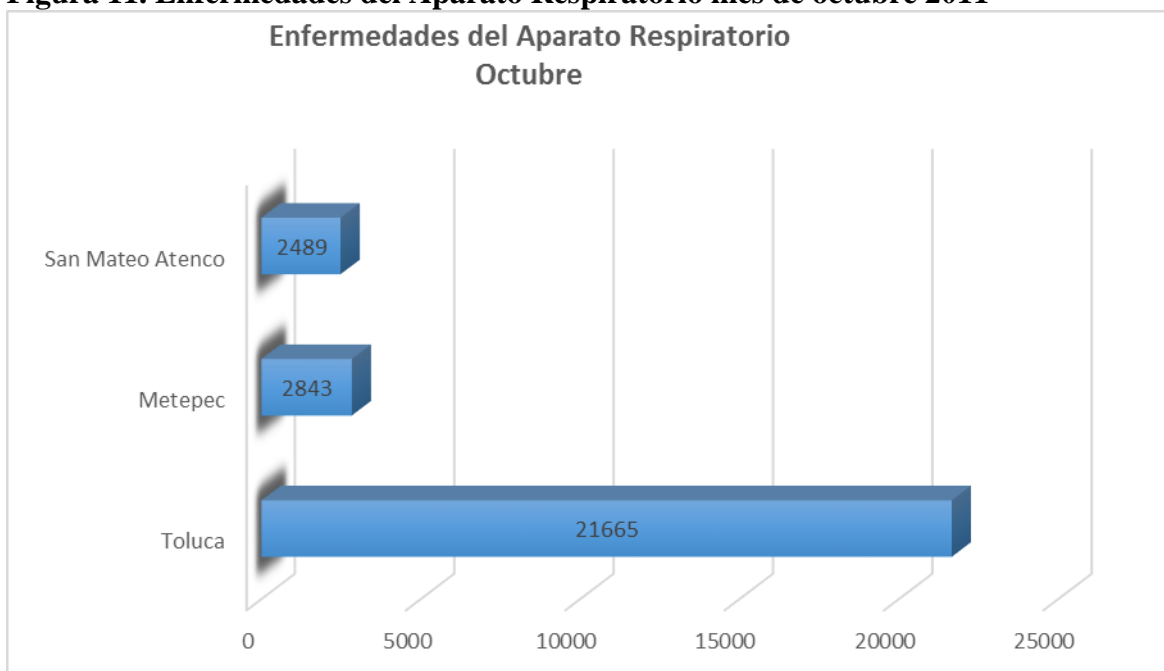
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 10. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de septiembre 2011



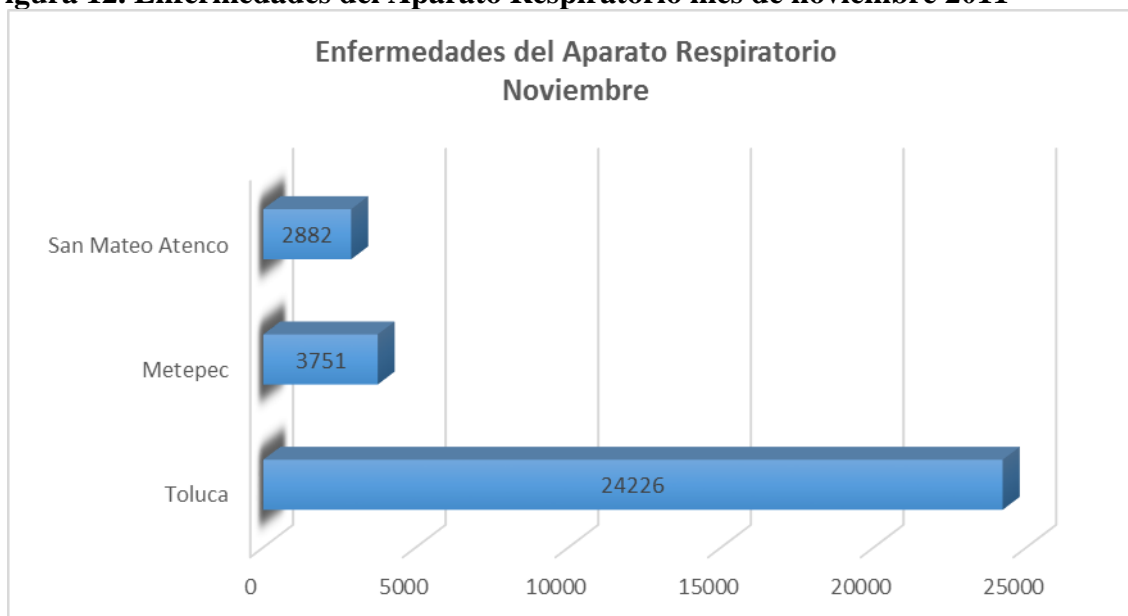
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 11. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de octubre 2011



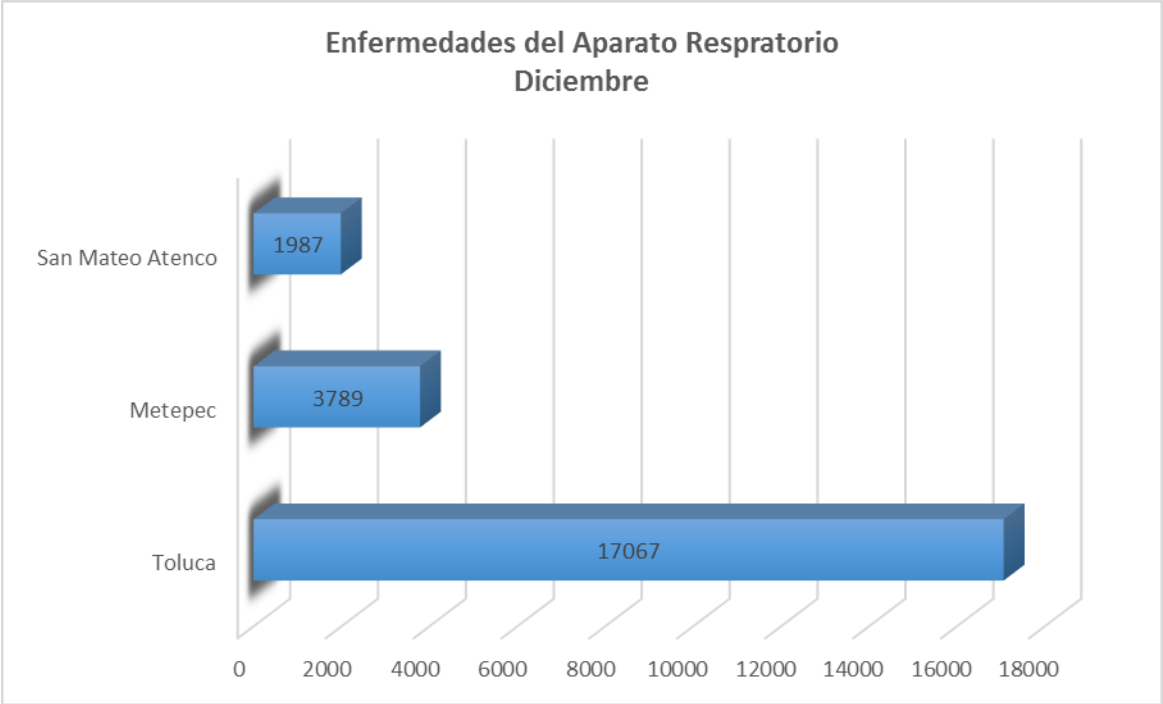
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 12. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de noviembre 2011



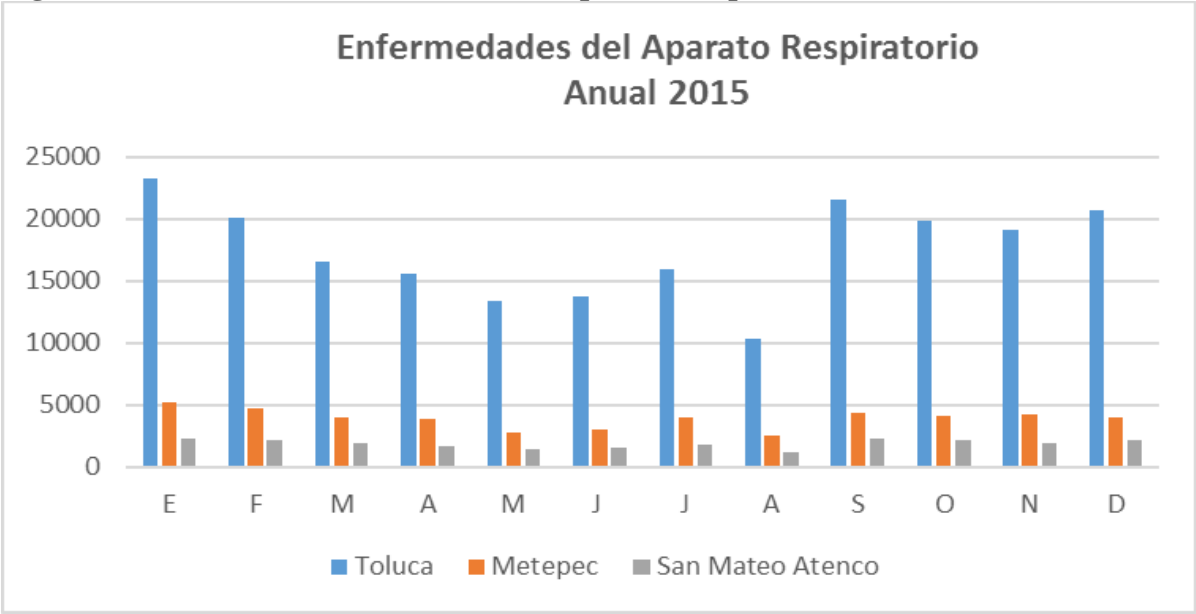
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 13. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de diciembre 2011



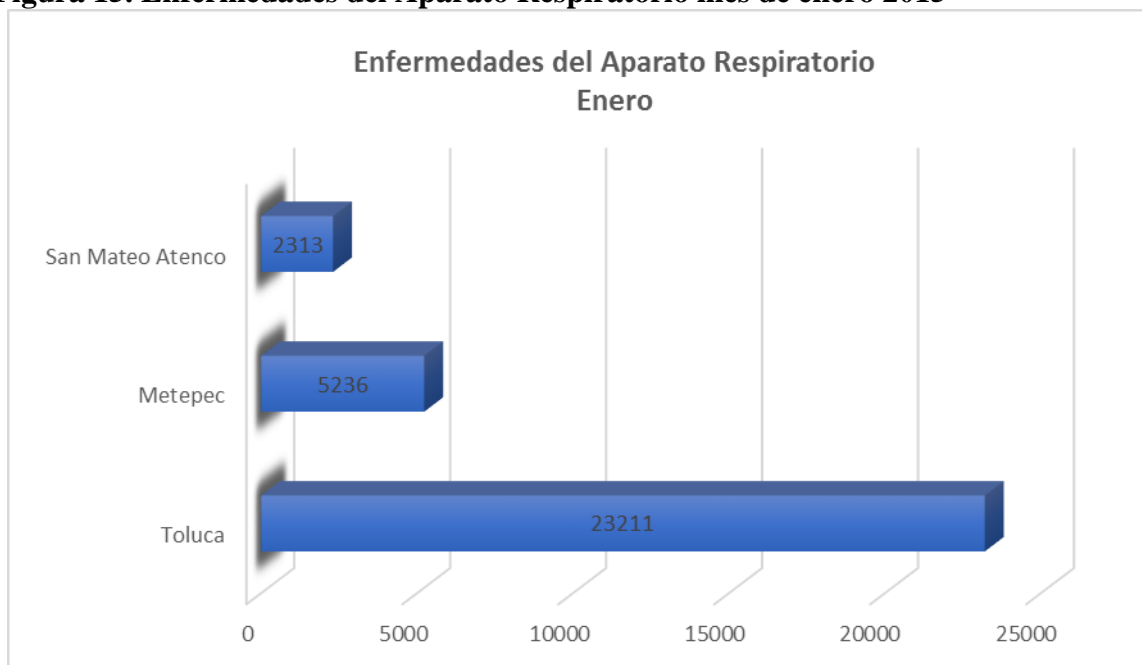
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 14. Gráfica de Enfermedades del Aparato Respiratorio Anual año 2015



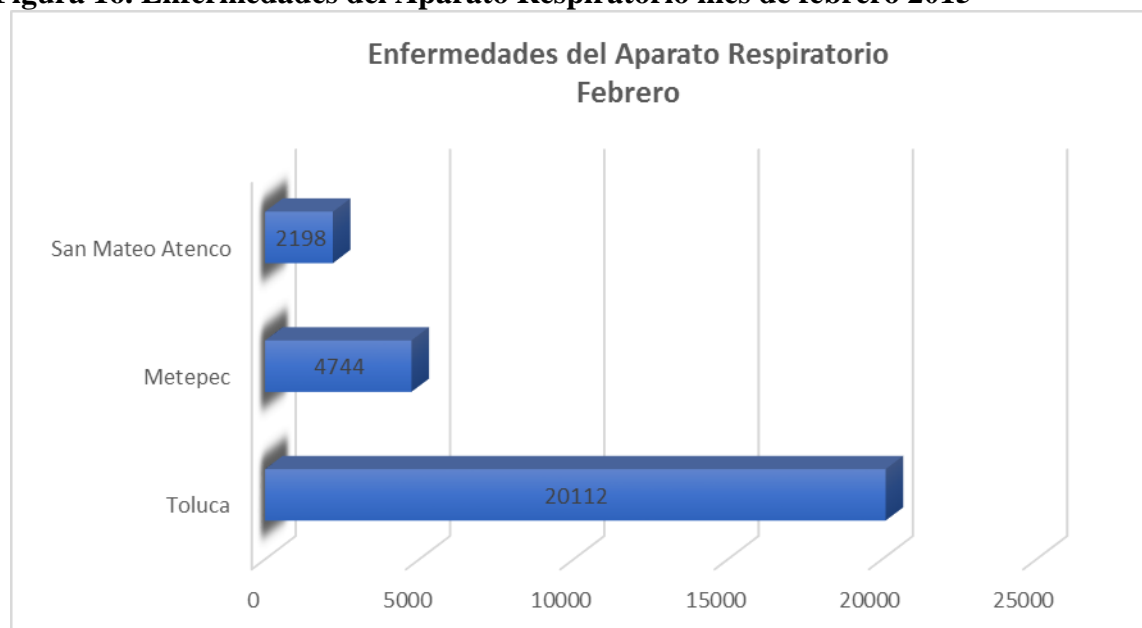
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 15. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de enero 2015



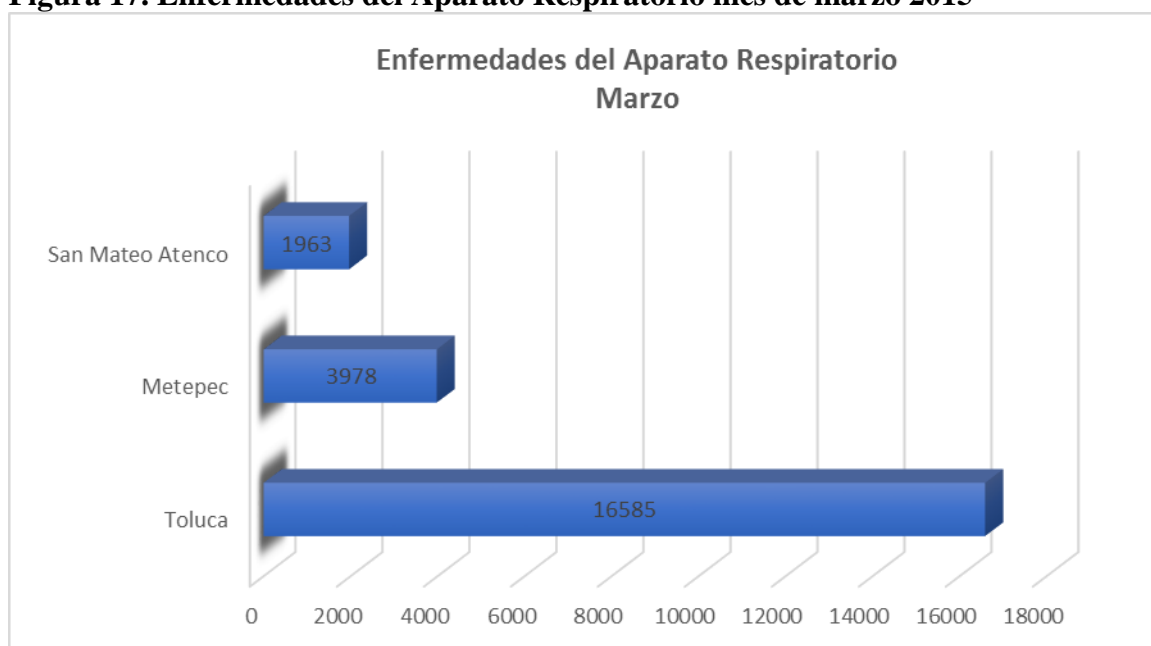
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 16. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de febrero 2015



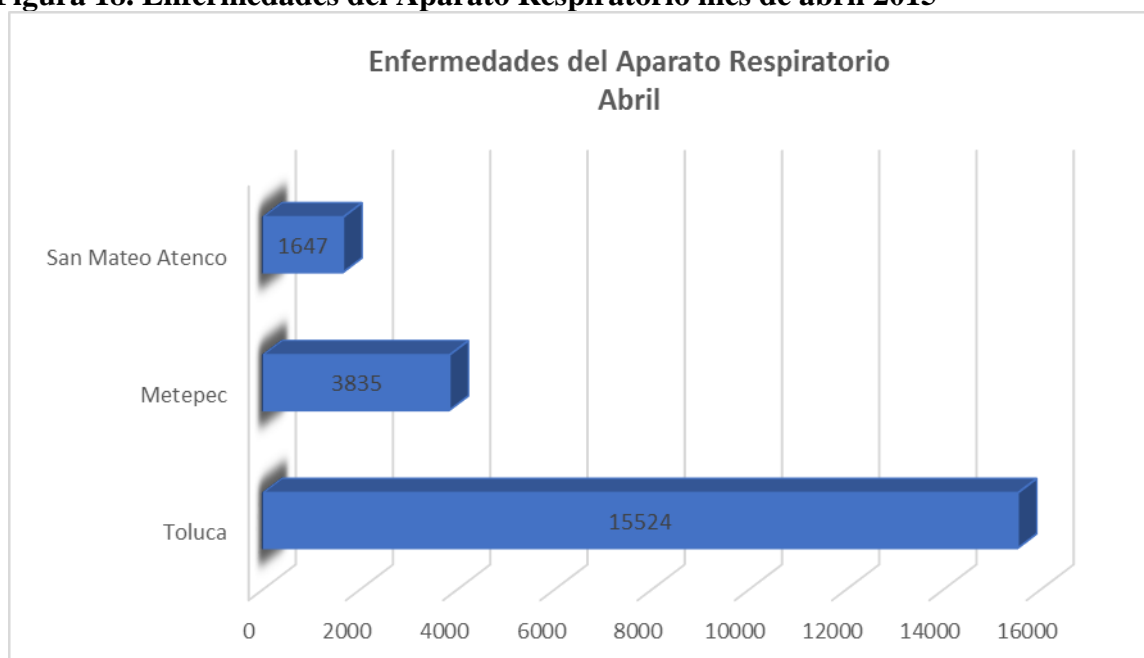
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 17. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de marzo 2015



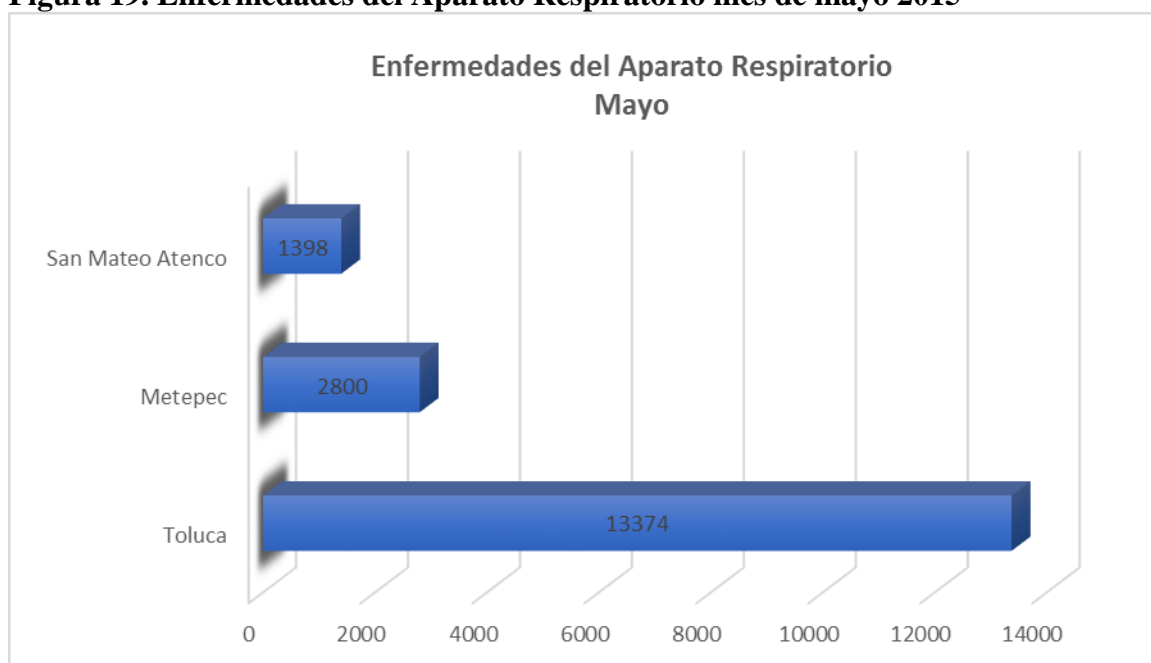
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 18. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de abril 2015



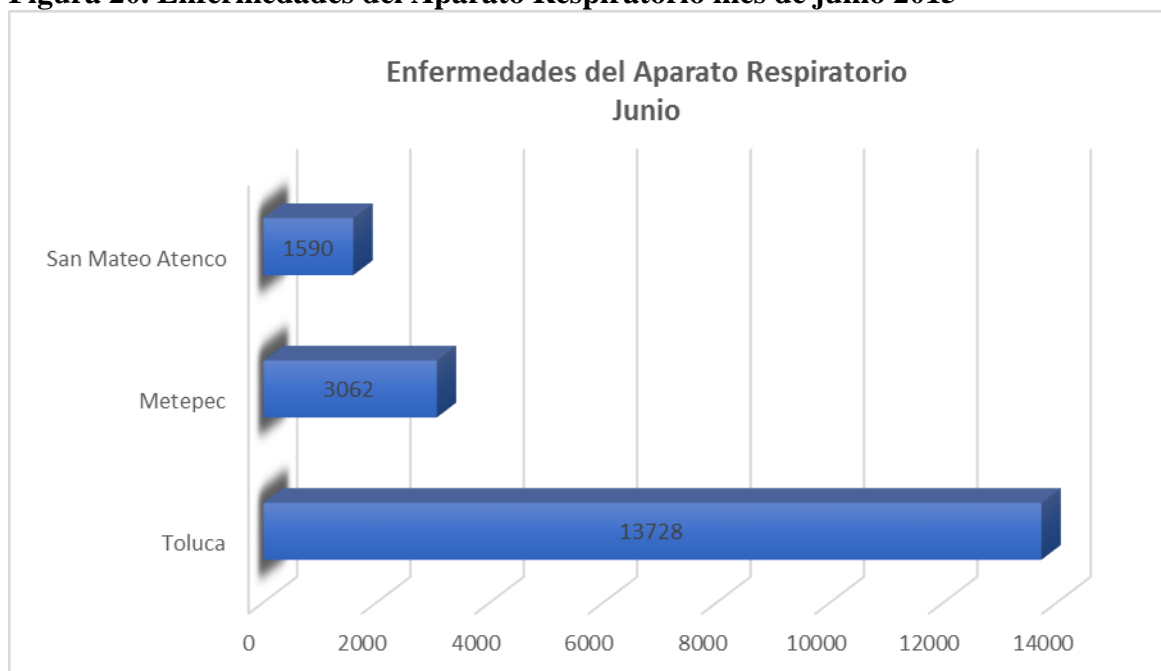
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 19. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de mayo 2015



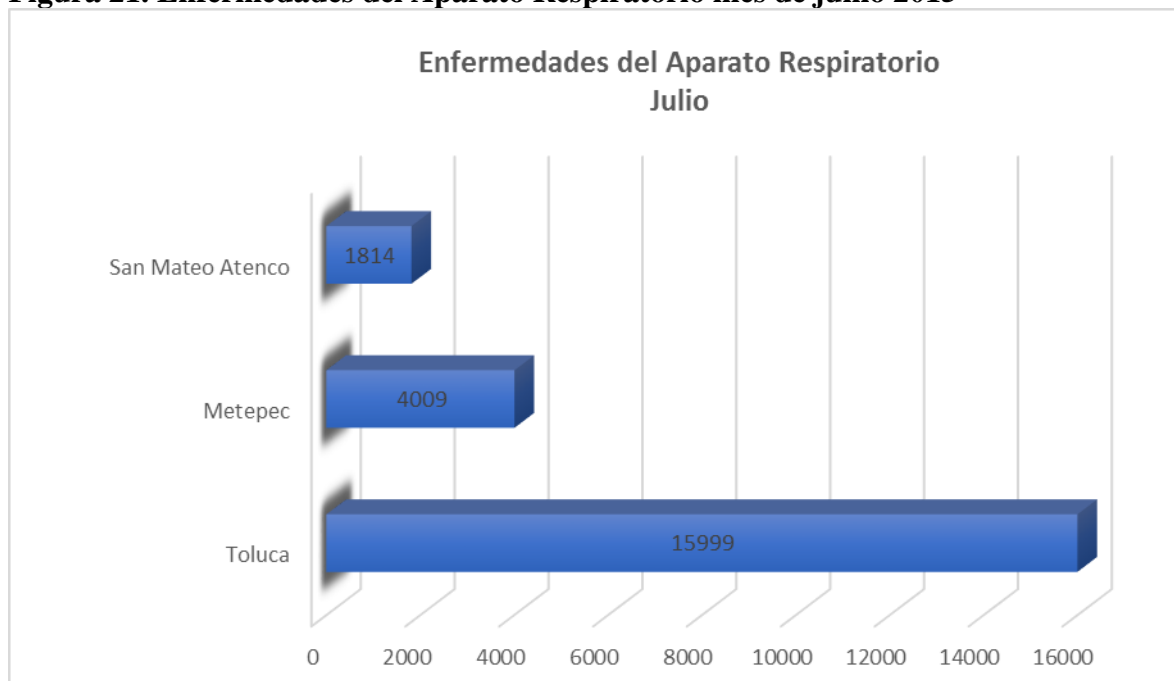
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 20. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de junio 2015



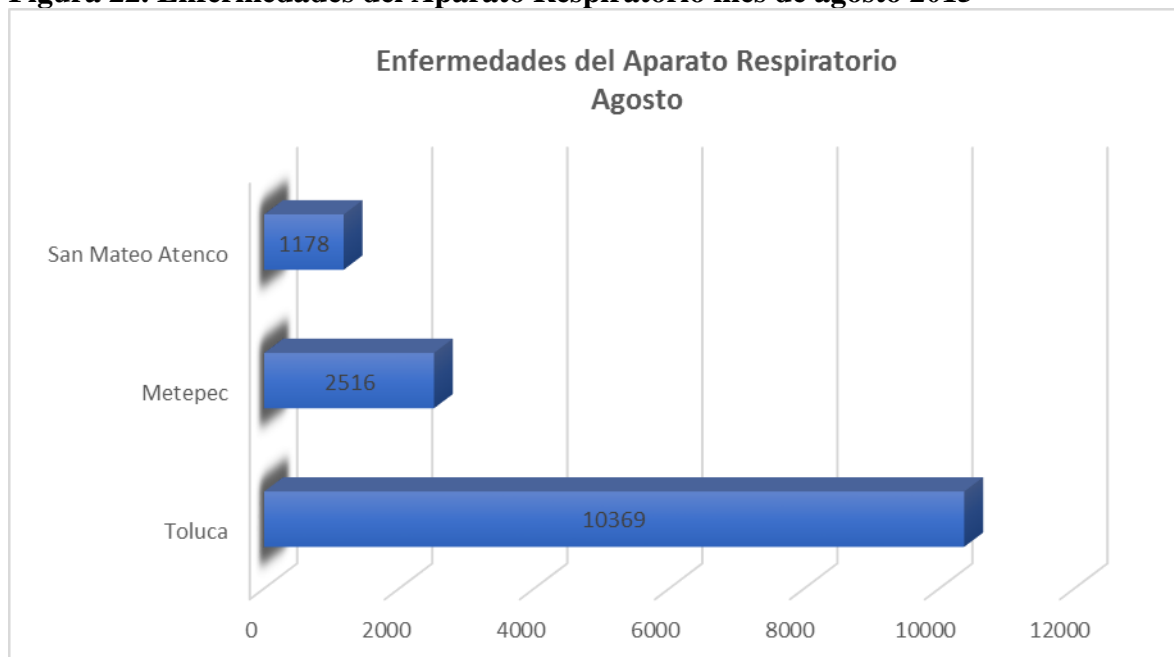
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 21. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de junio 2015



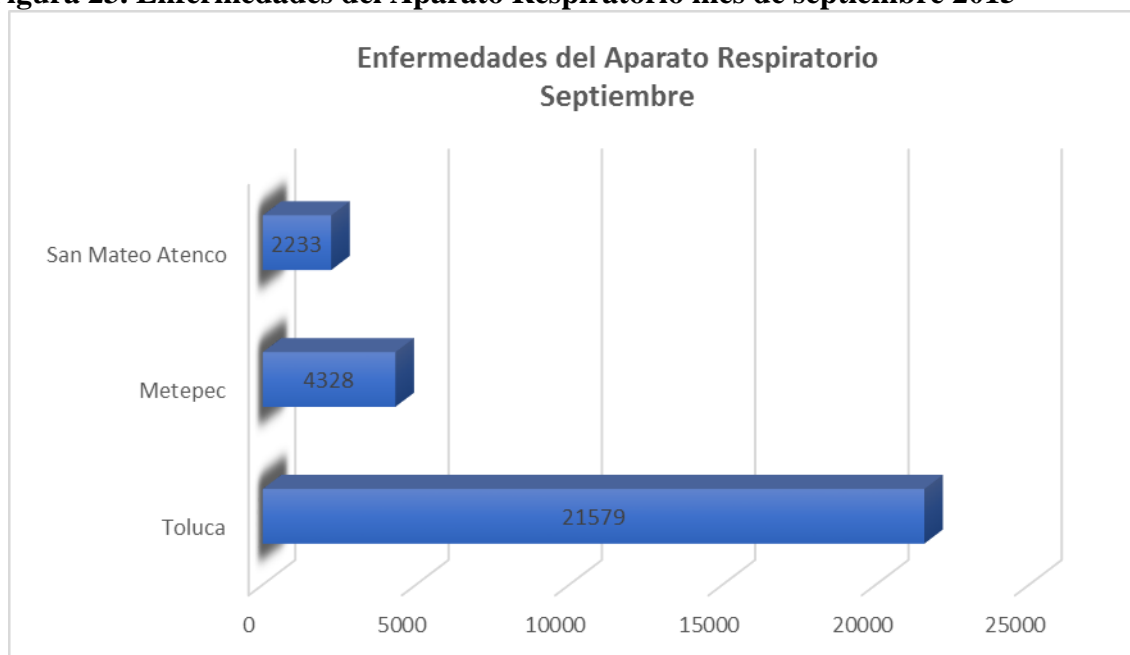
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 22. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de agosto 2015



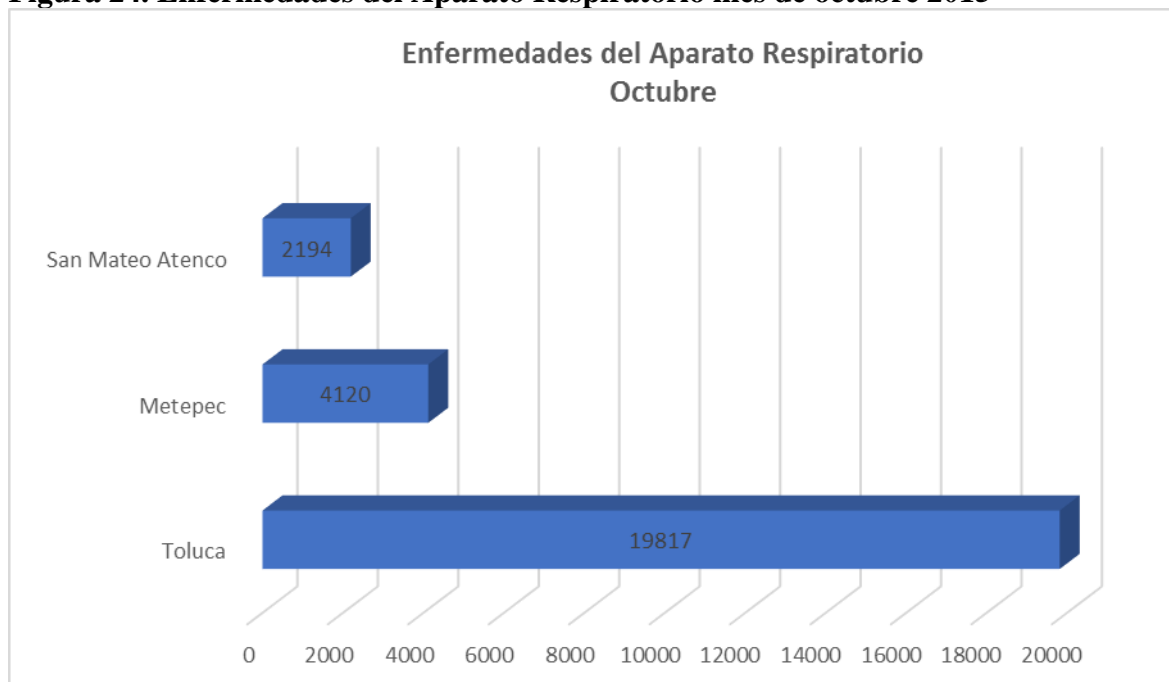
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 23. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de septiembre 2015



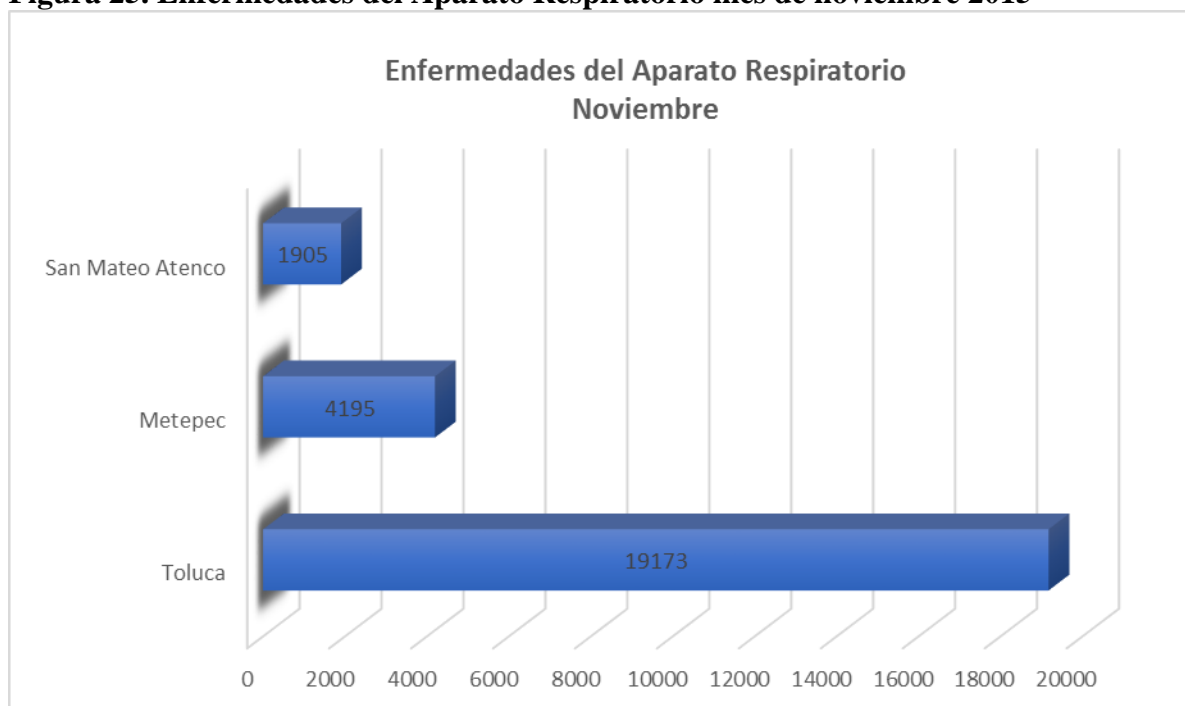
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 24. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de octubre 2015



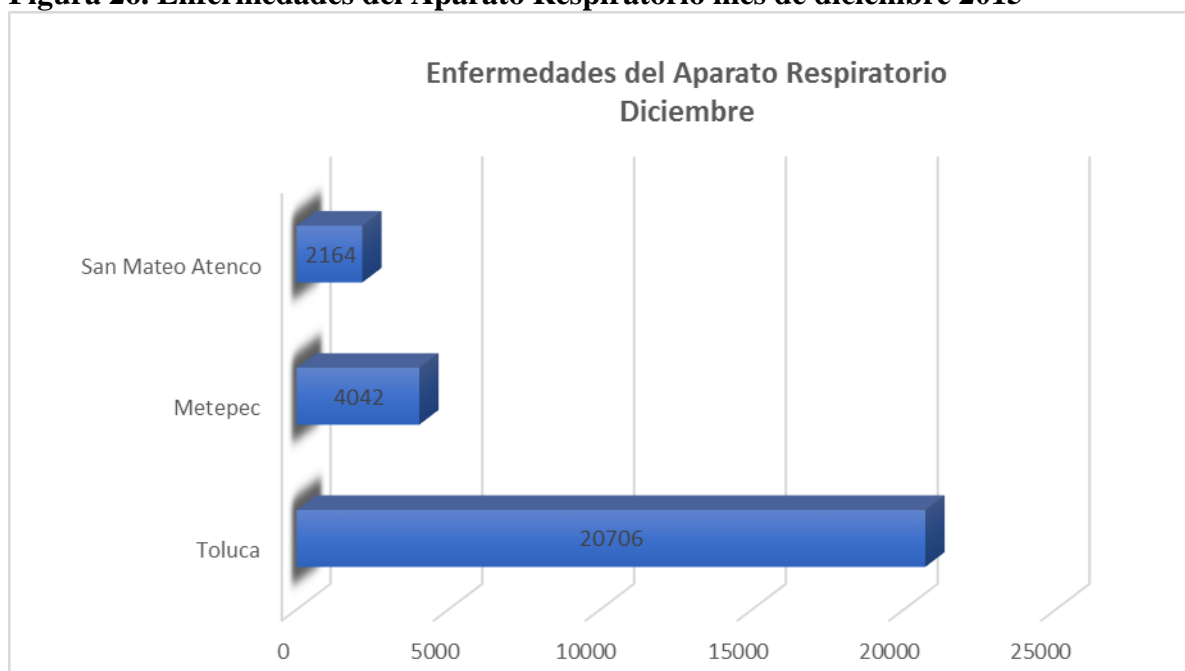
Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 25. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de noviembre 2015



Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

Figura 26. Enfermedades del Aparato Respiratorio mes de diciembre 2015



Fuente: Elaboración propia (2019), con base al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM 2018).

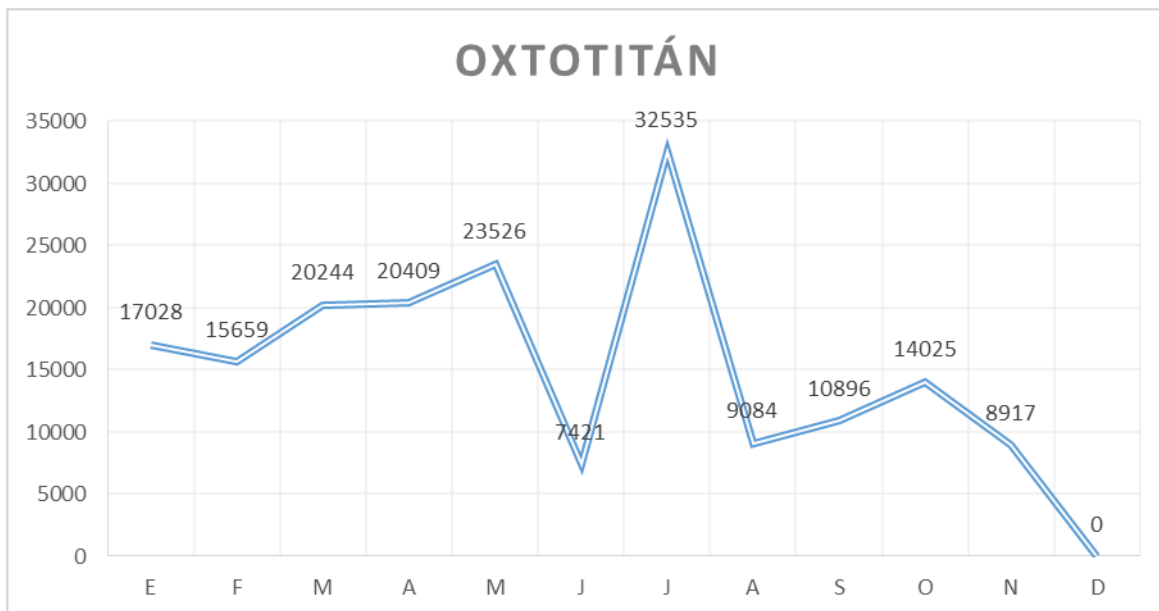
ANEXO

III

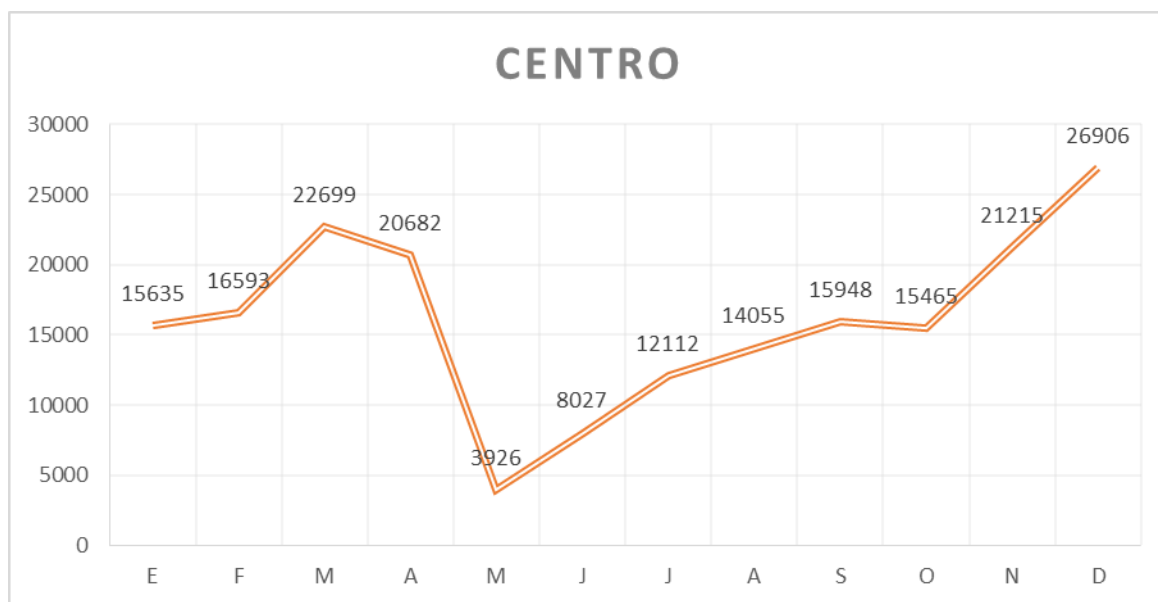
Anexo

Contaminantes por Estación Partículas Suspendidas PM_{2.5} 2011

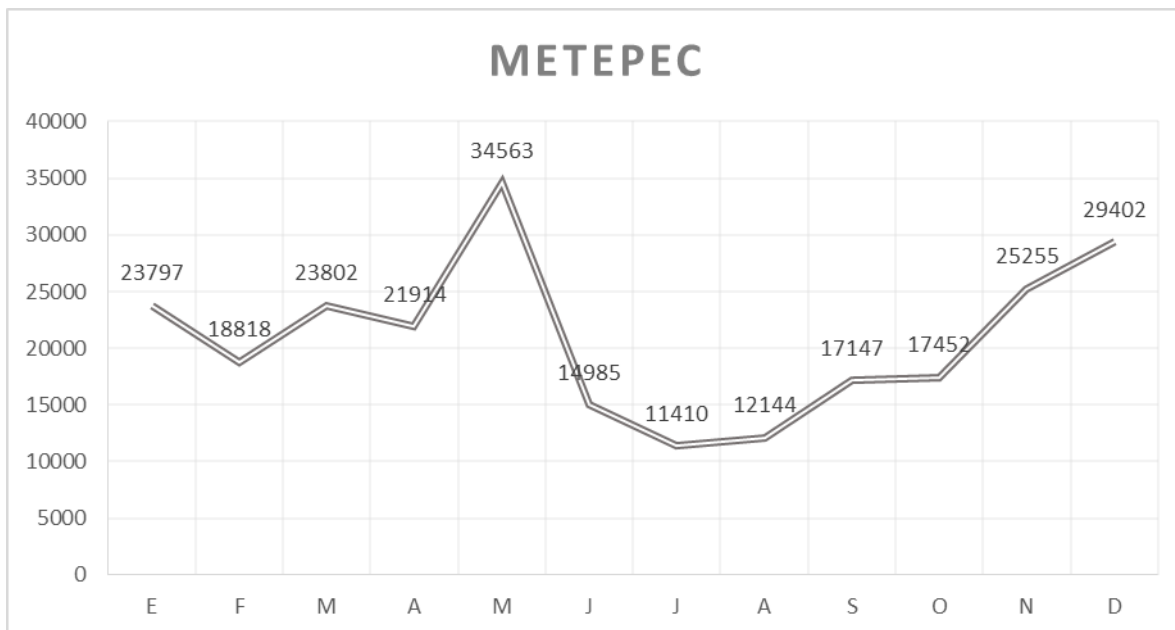
Estaciones de Monitoreo Atmosférico de los Municipios de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco.



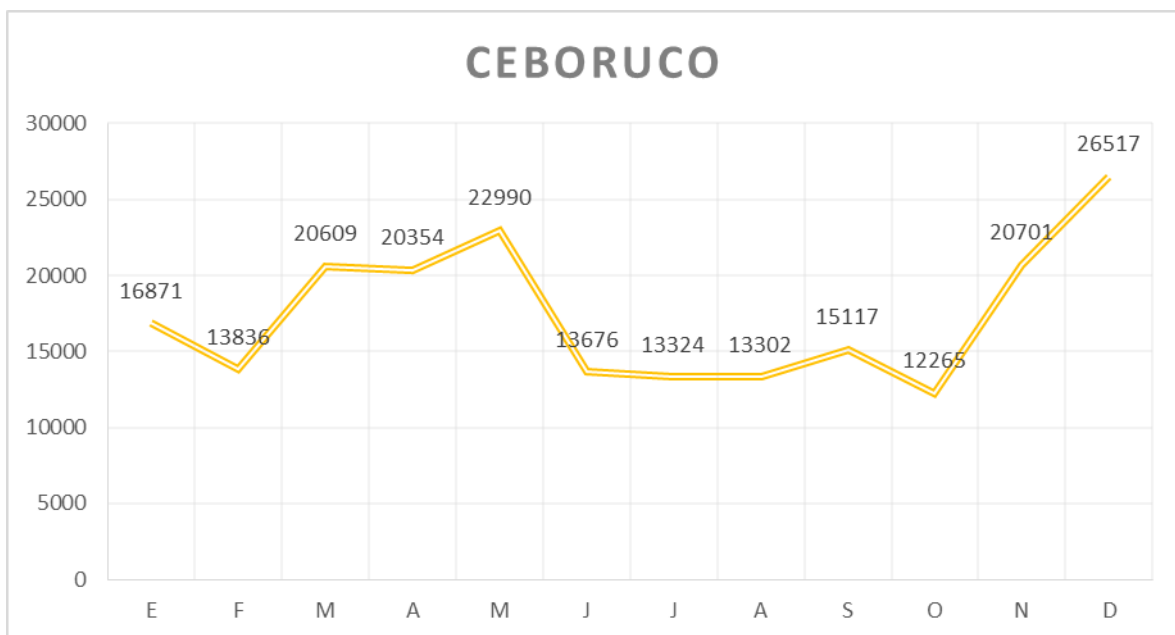
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



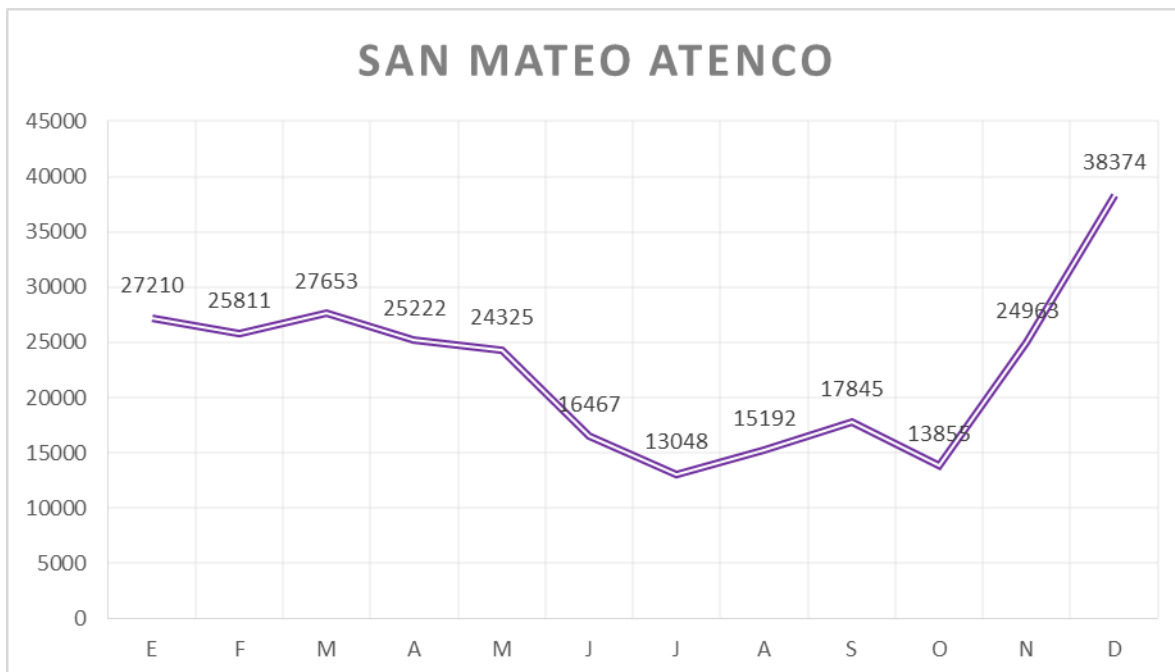
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



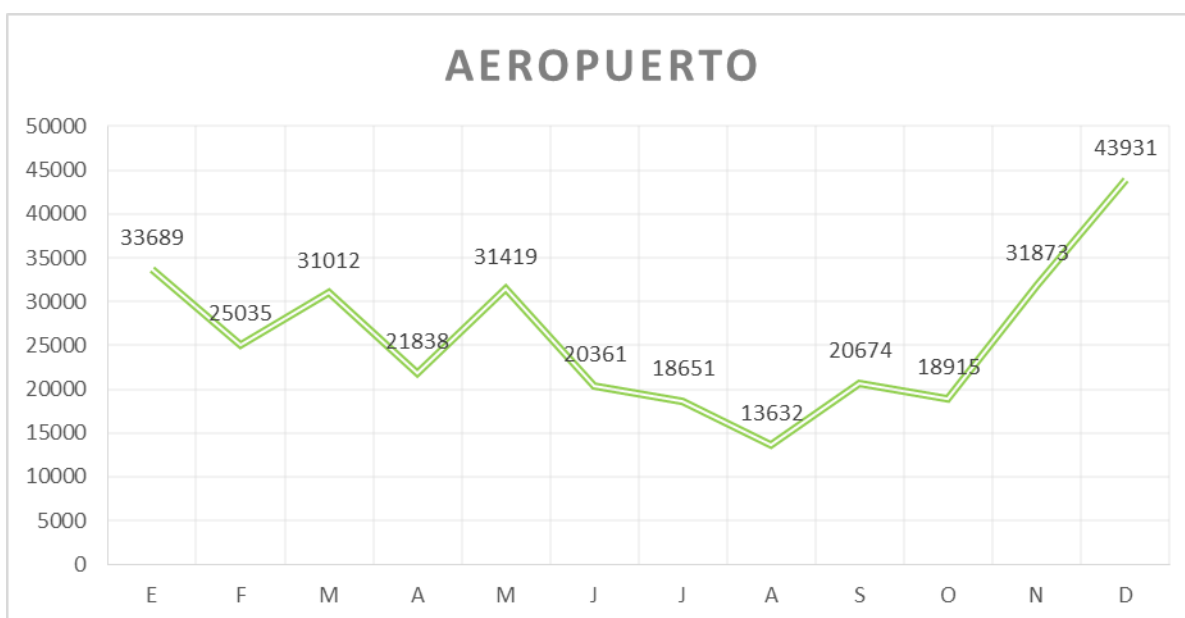
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



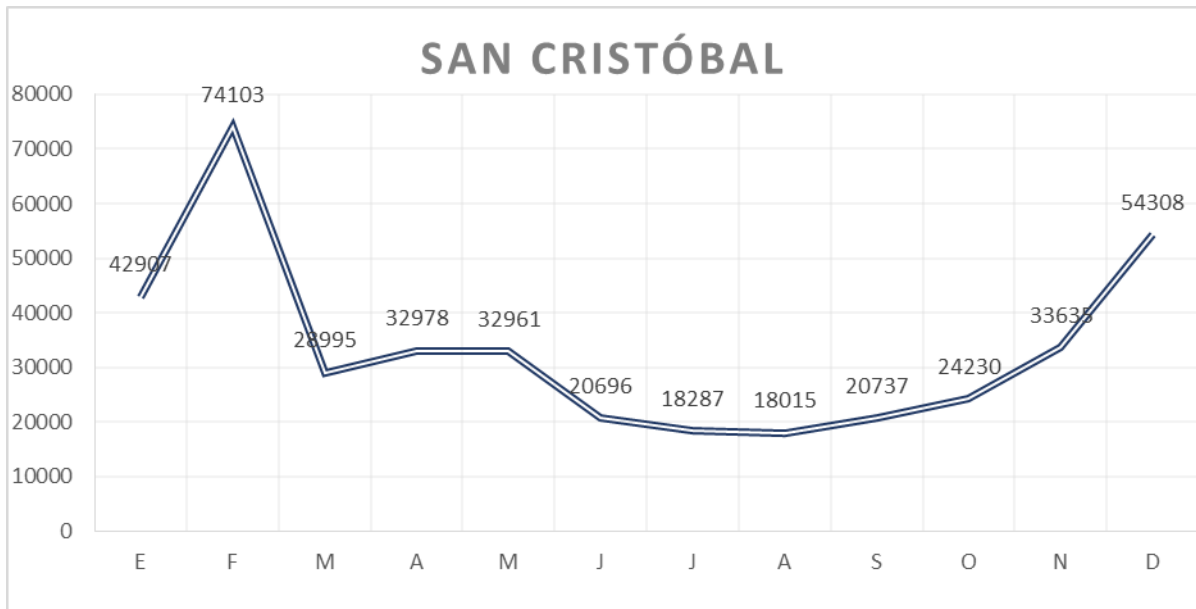
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



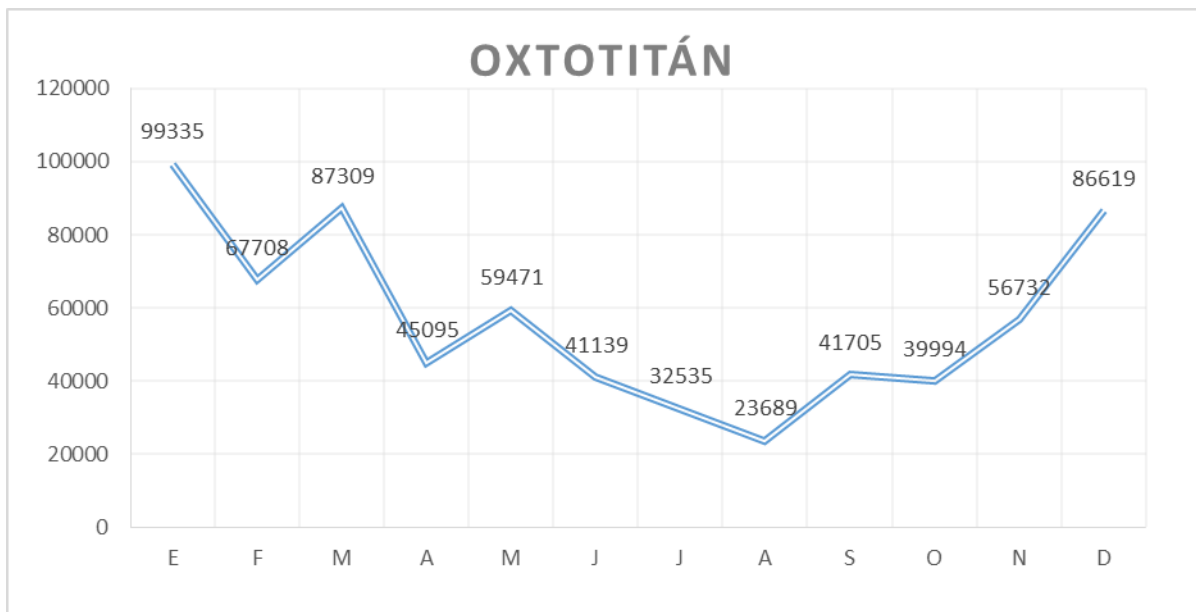
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



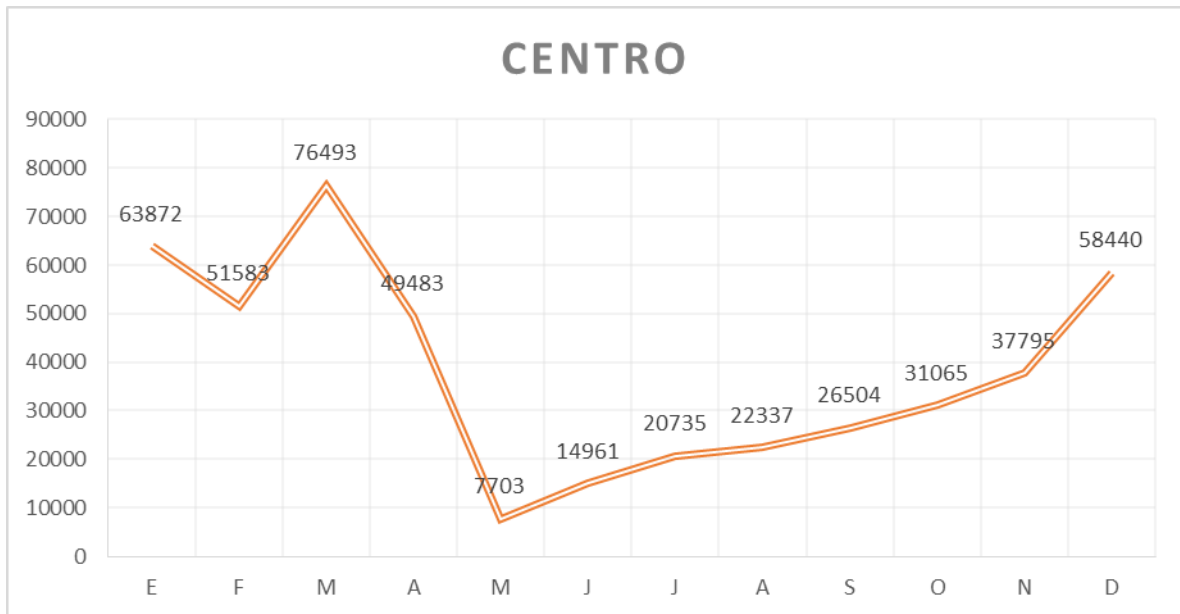
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Contaminantes por Estación Partículas Suspendidas PM₁₀ 2011

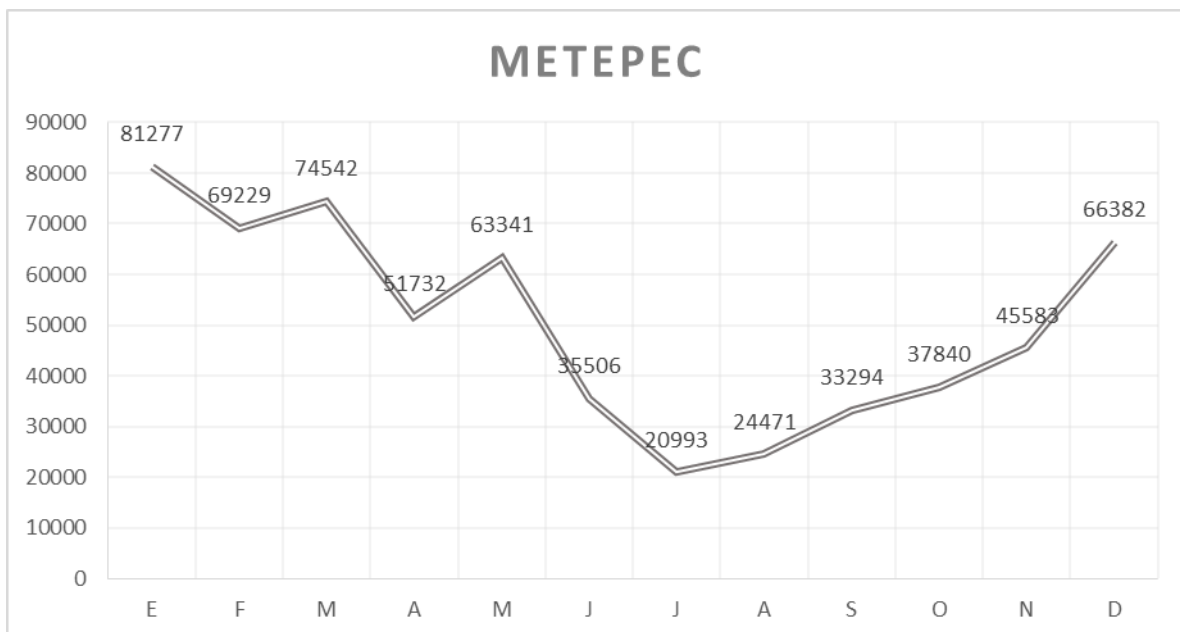
Estaciones de Monitoreo Atmosférico de los Municipios de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco.



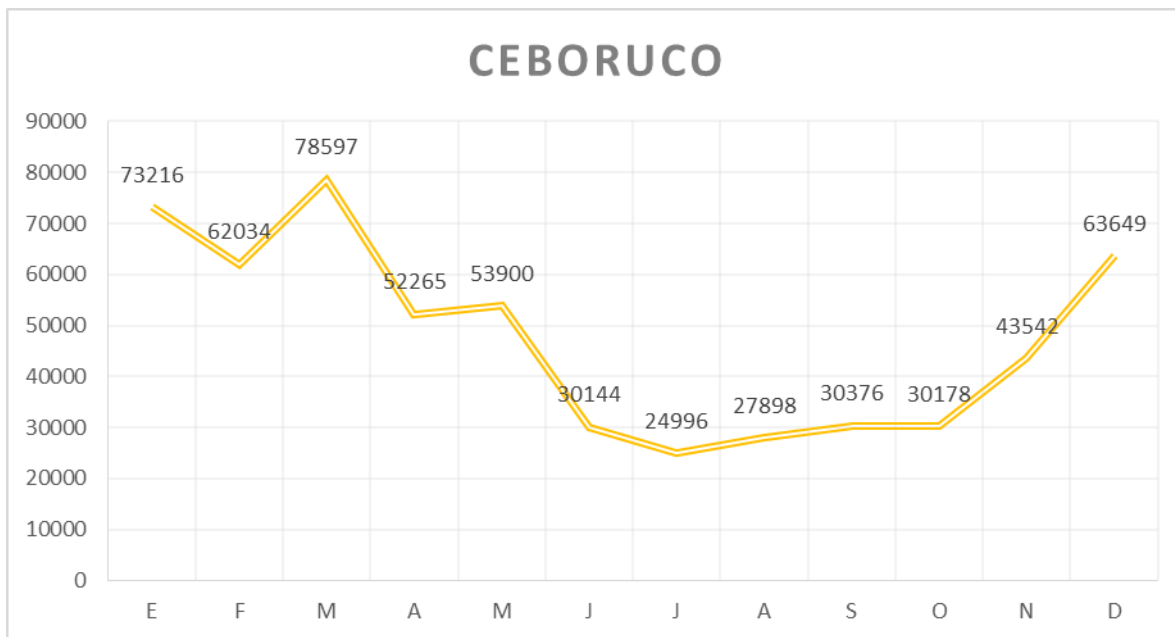
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



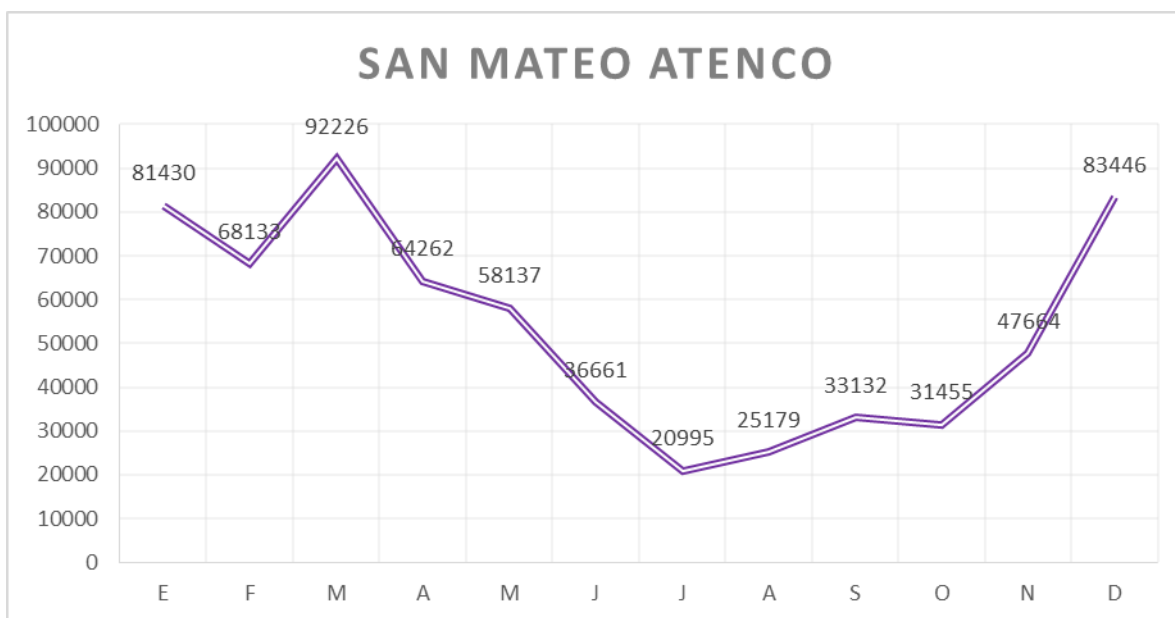
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



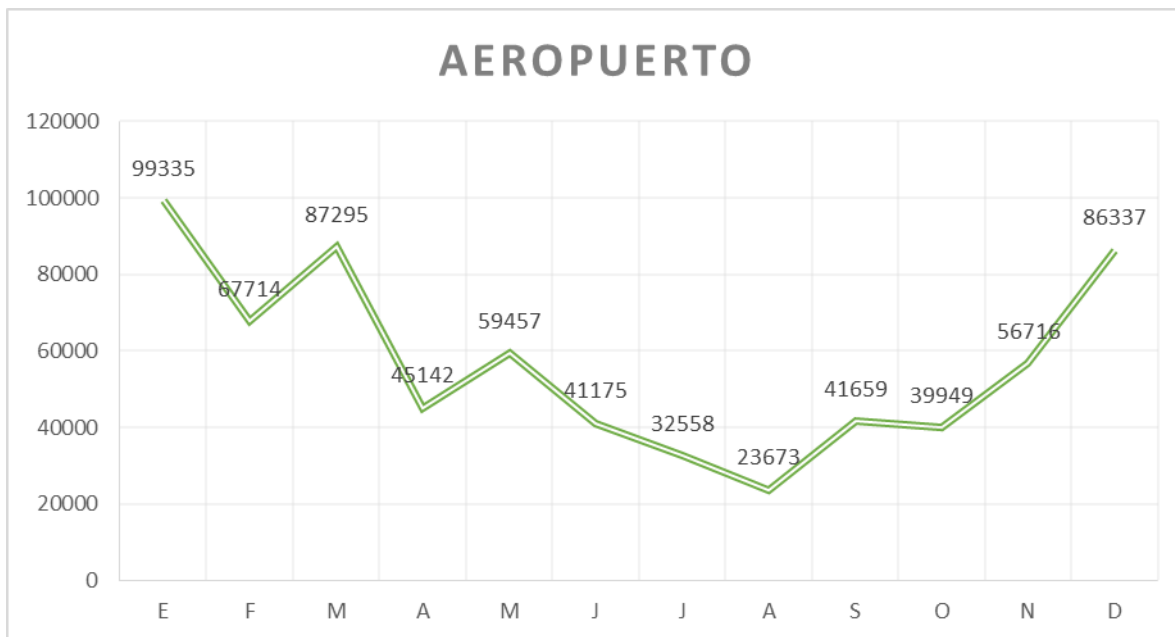
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



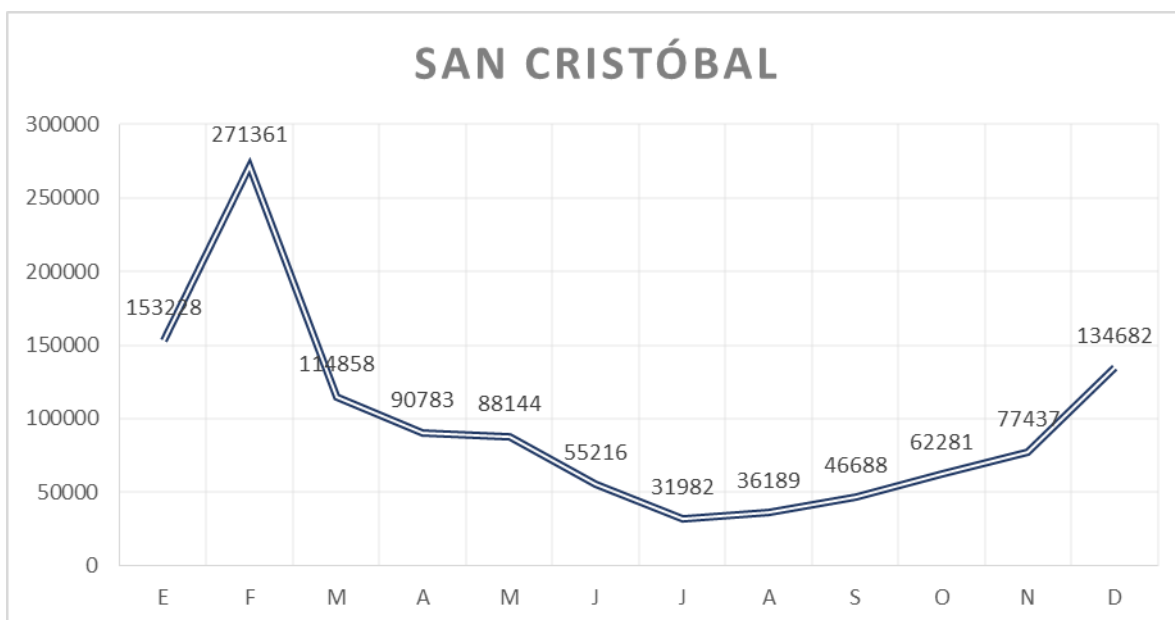
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

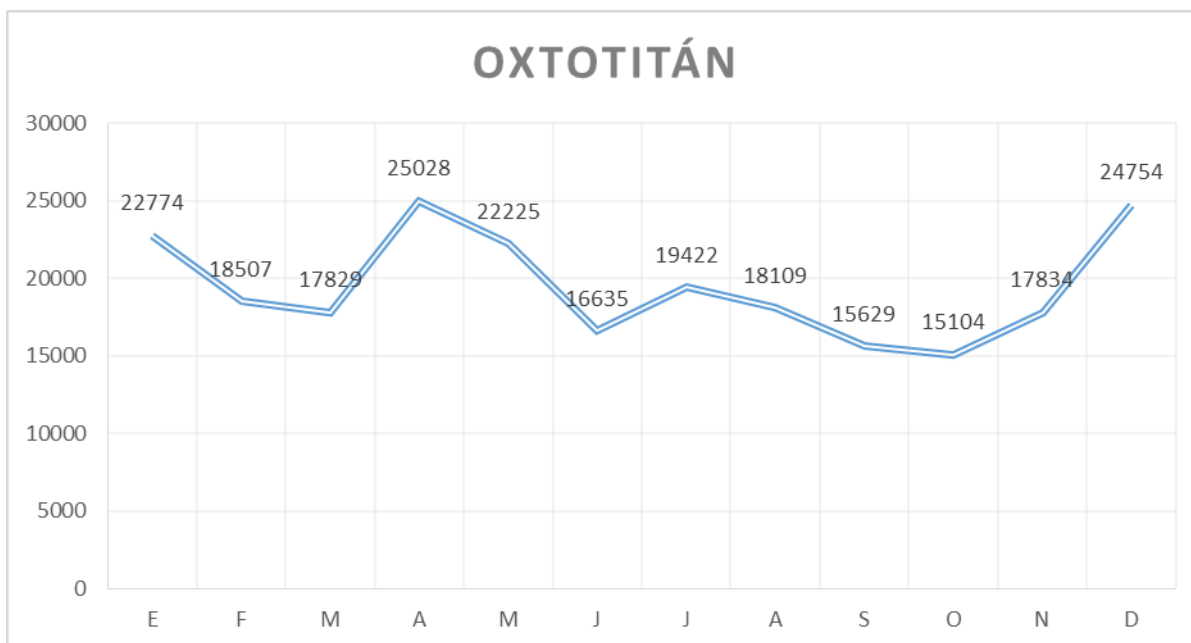


Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

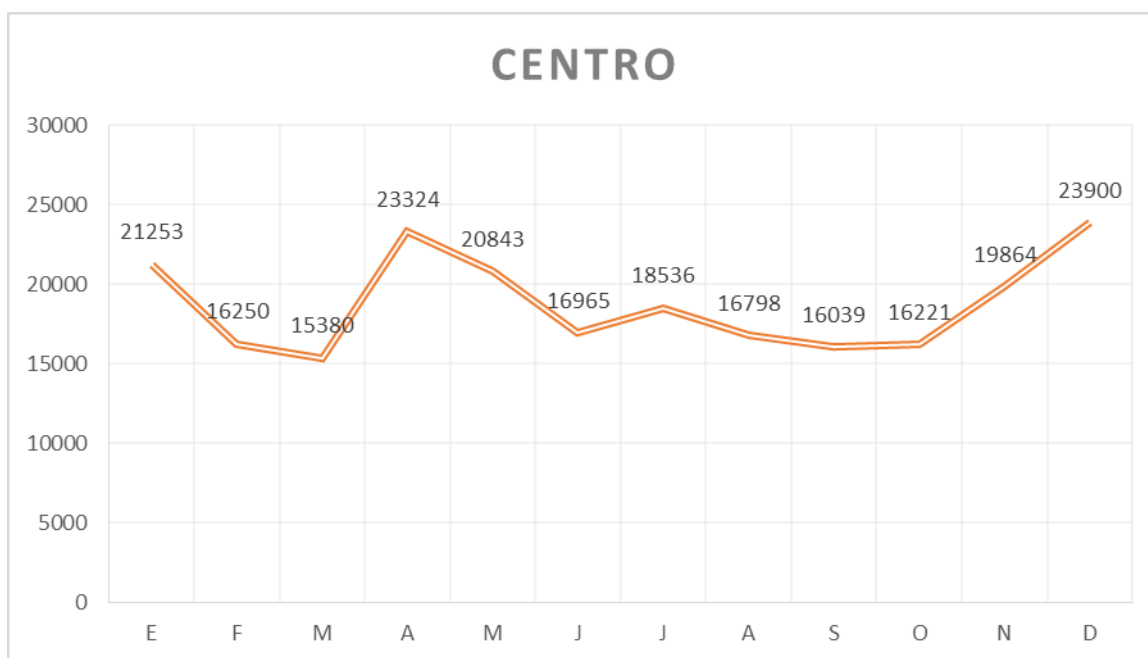
Anexo

Contaminantes por Estación Partículas Suspendidas PM_{2.5} 2015

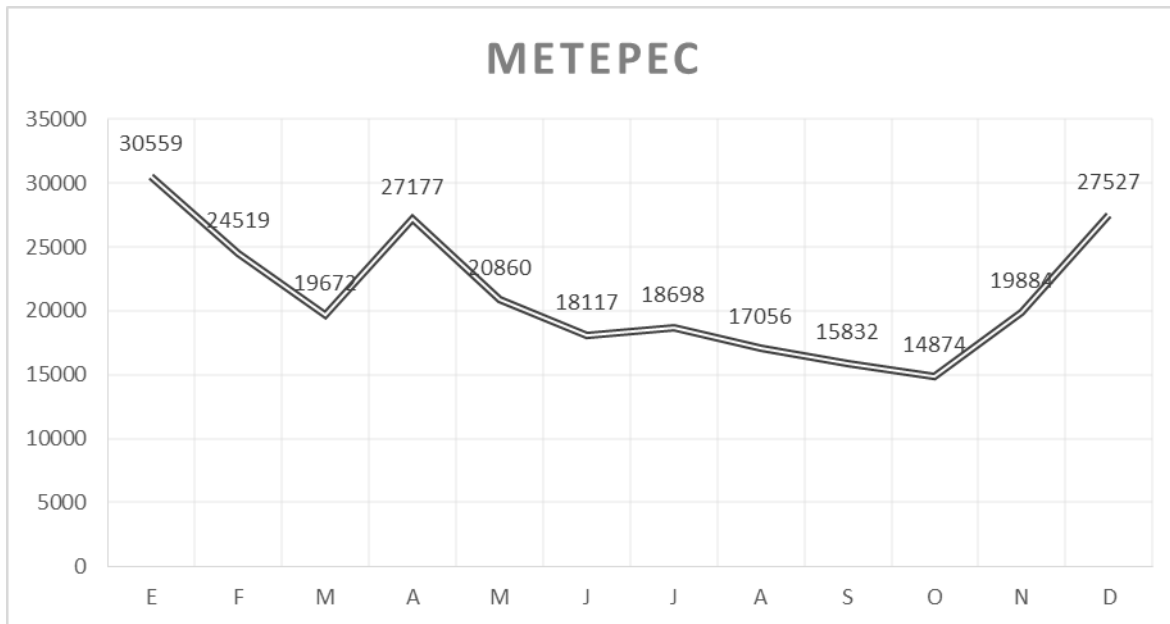
Estaciones de Monitoreo Atmosférico de los Municipios de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco.



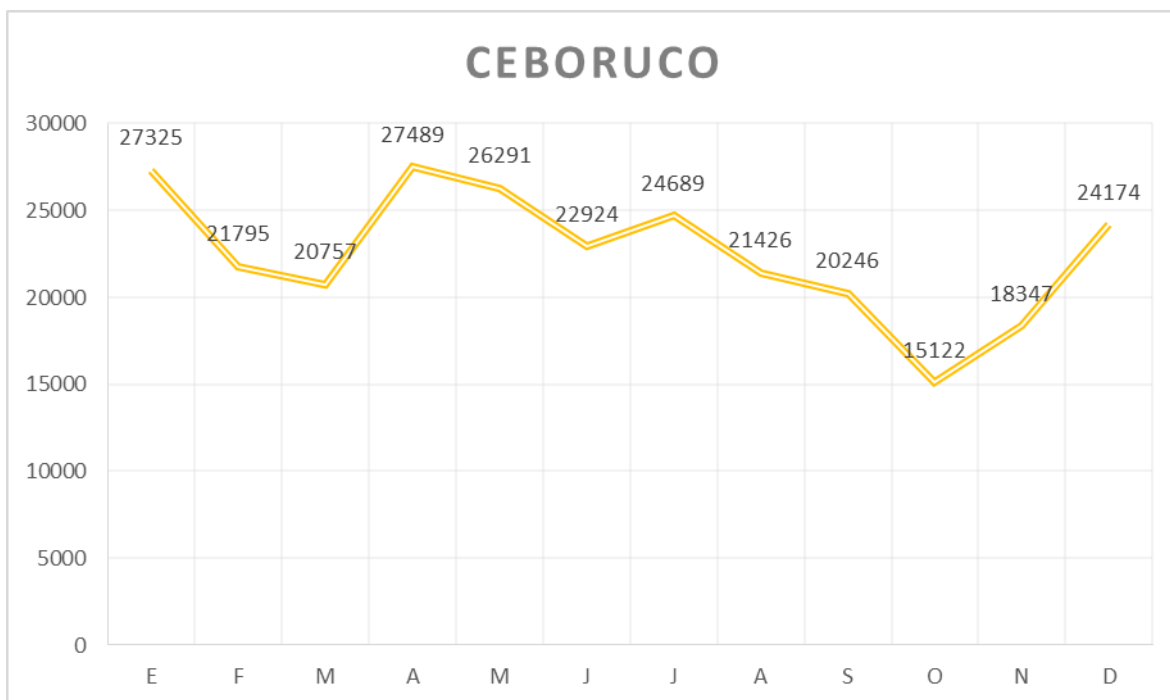
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



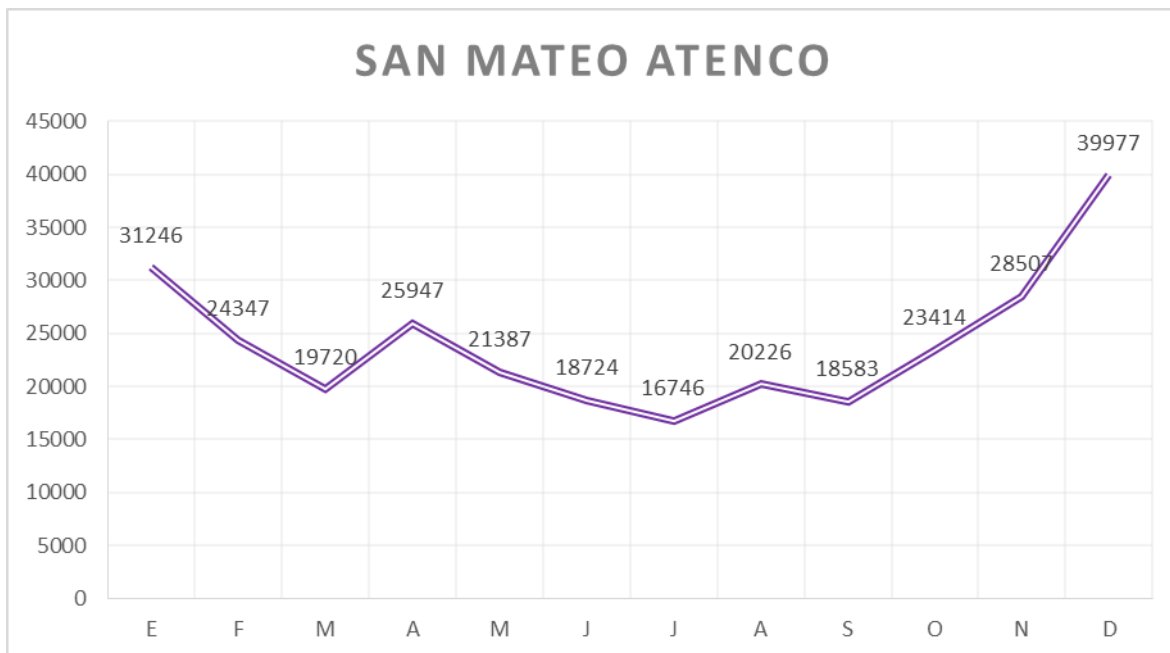
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018)



Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



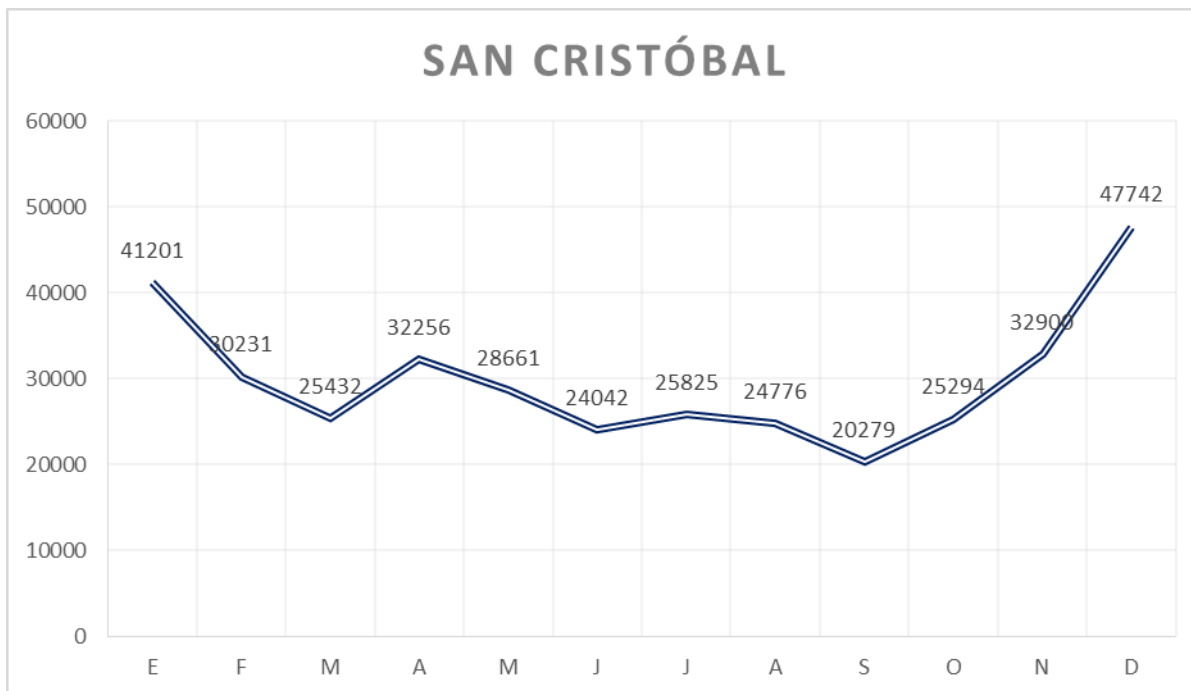
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



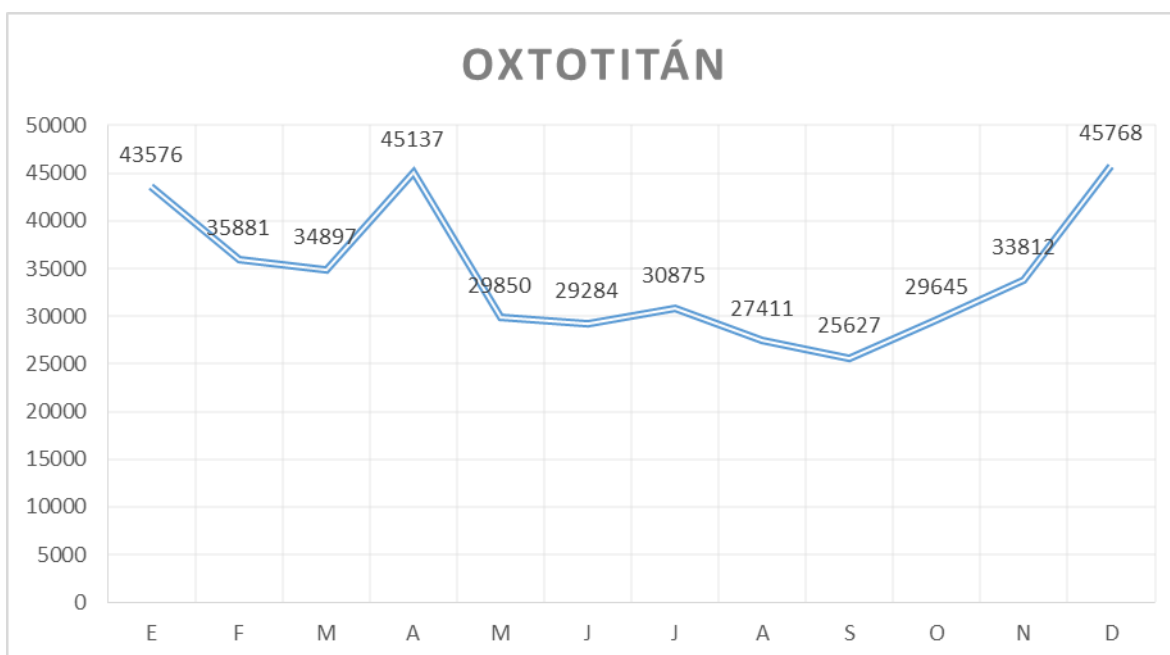
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



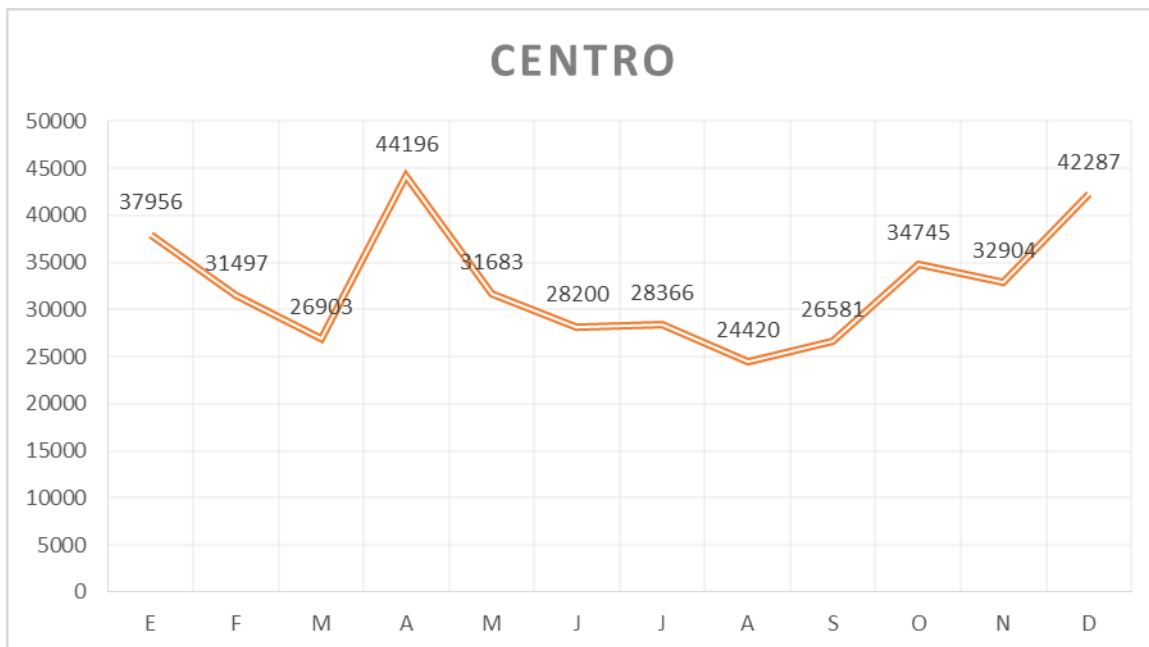
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018)

Contaminantes por Estación Partículas Suspendidas PM₁₀ 2015

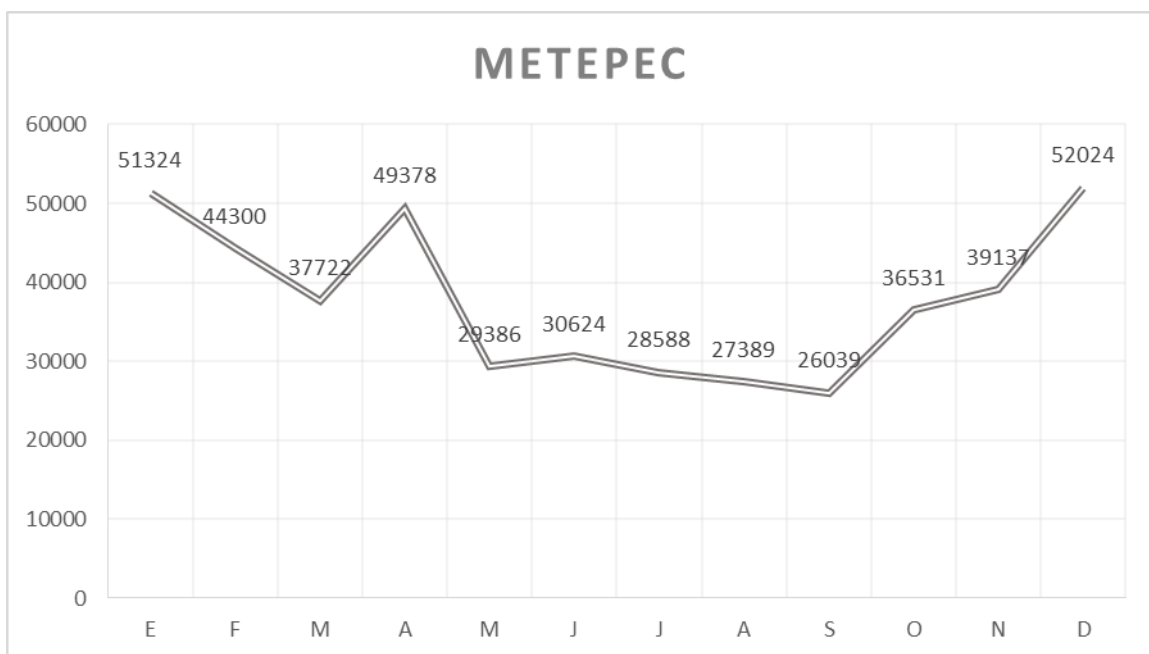
Estaciones de Monitoreo Atmosférico de los Municipios de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco.



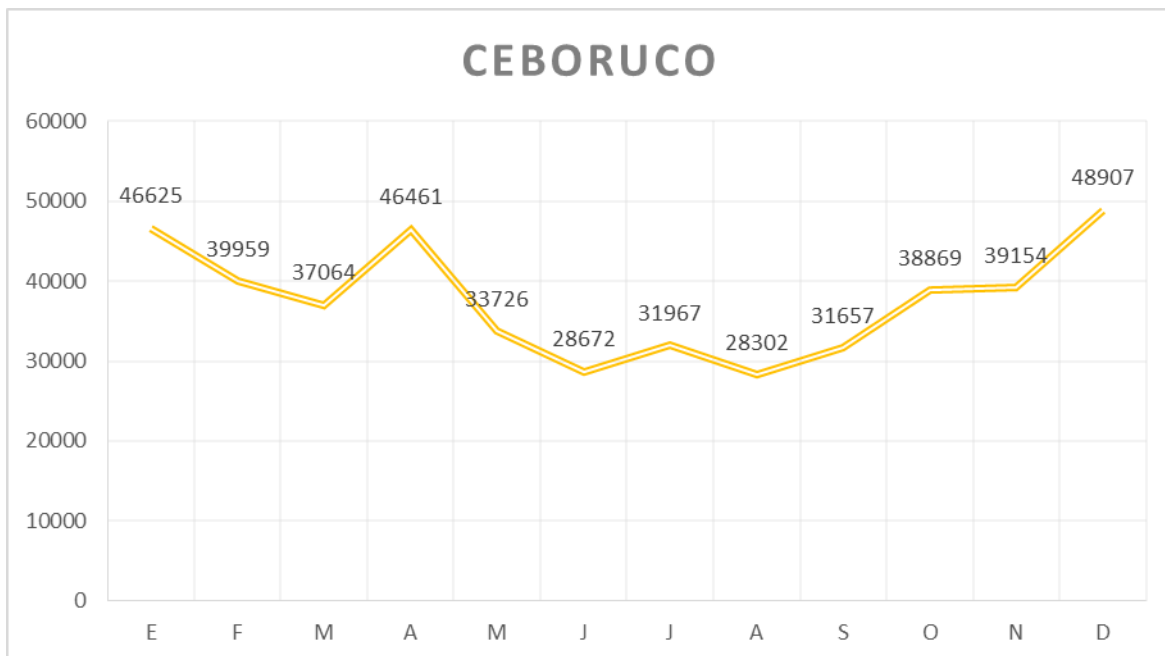
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



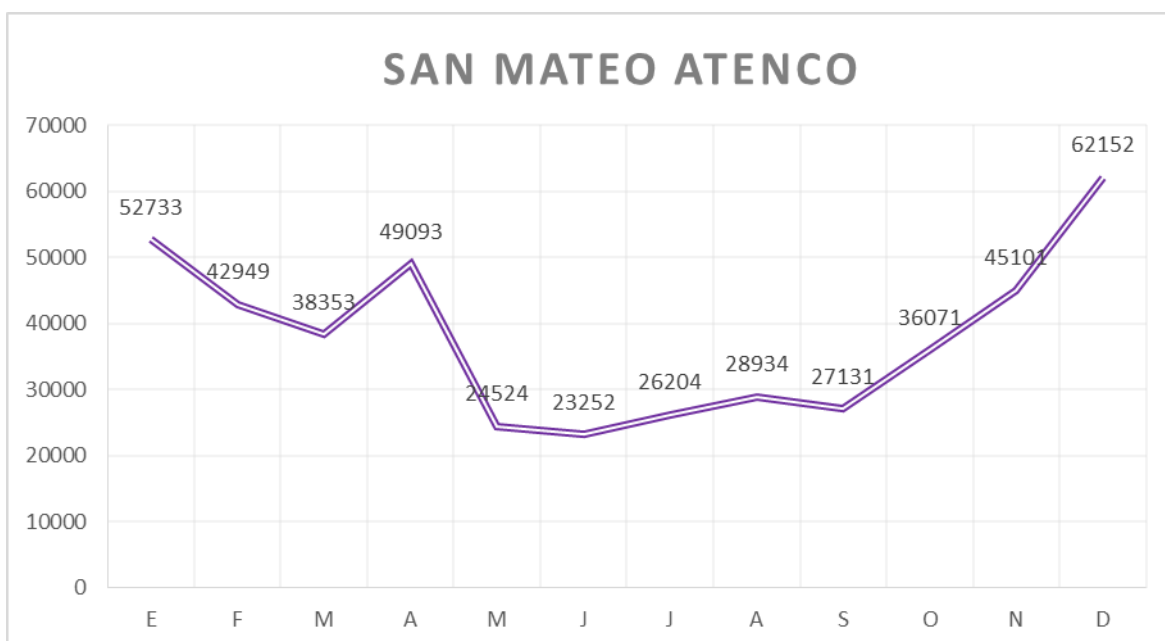
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



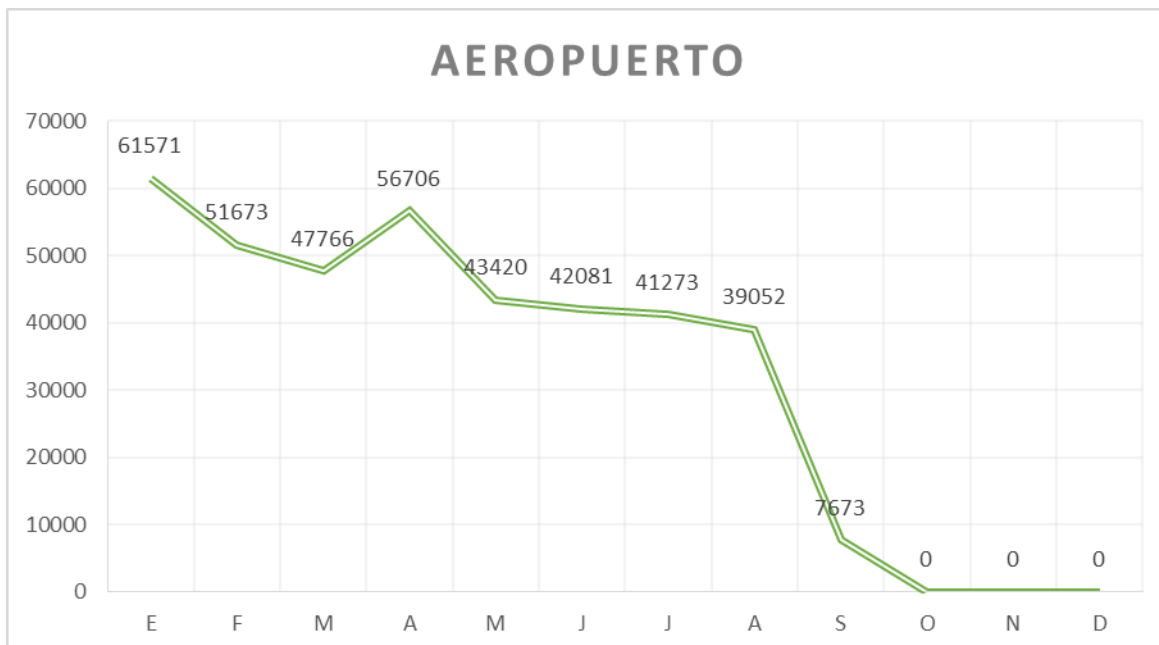
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



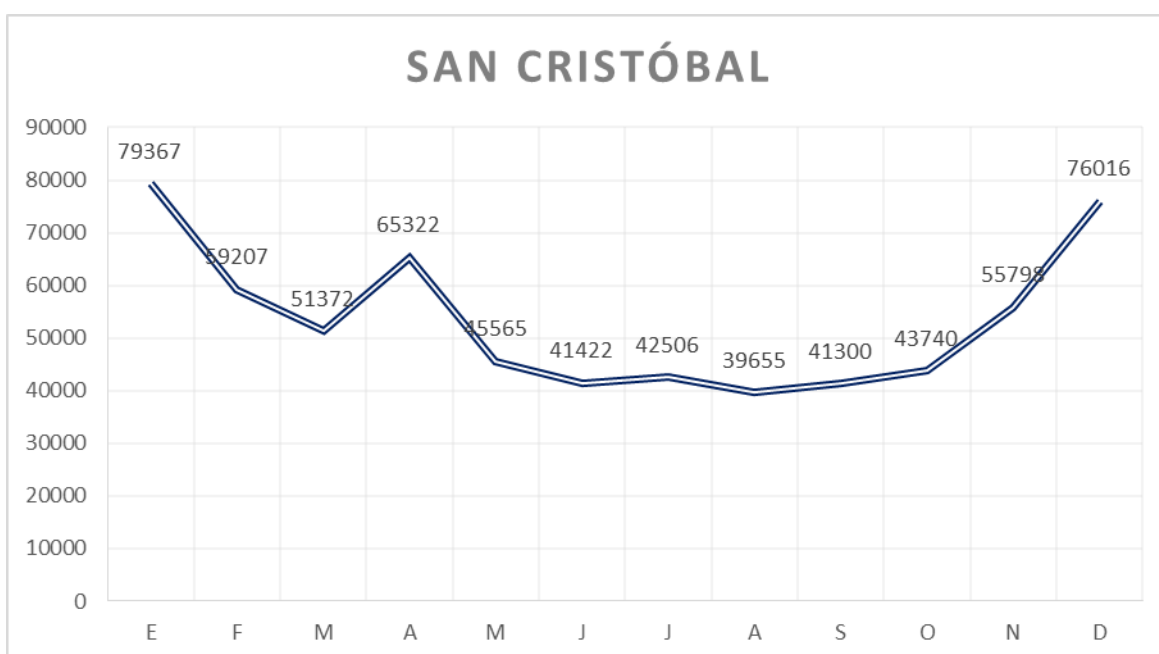
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).



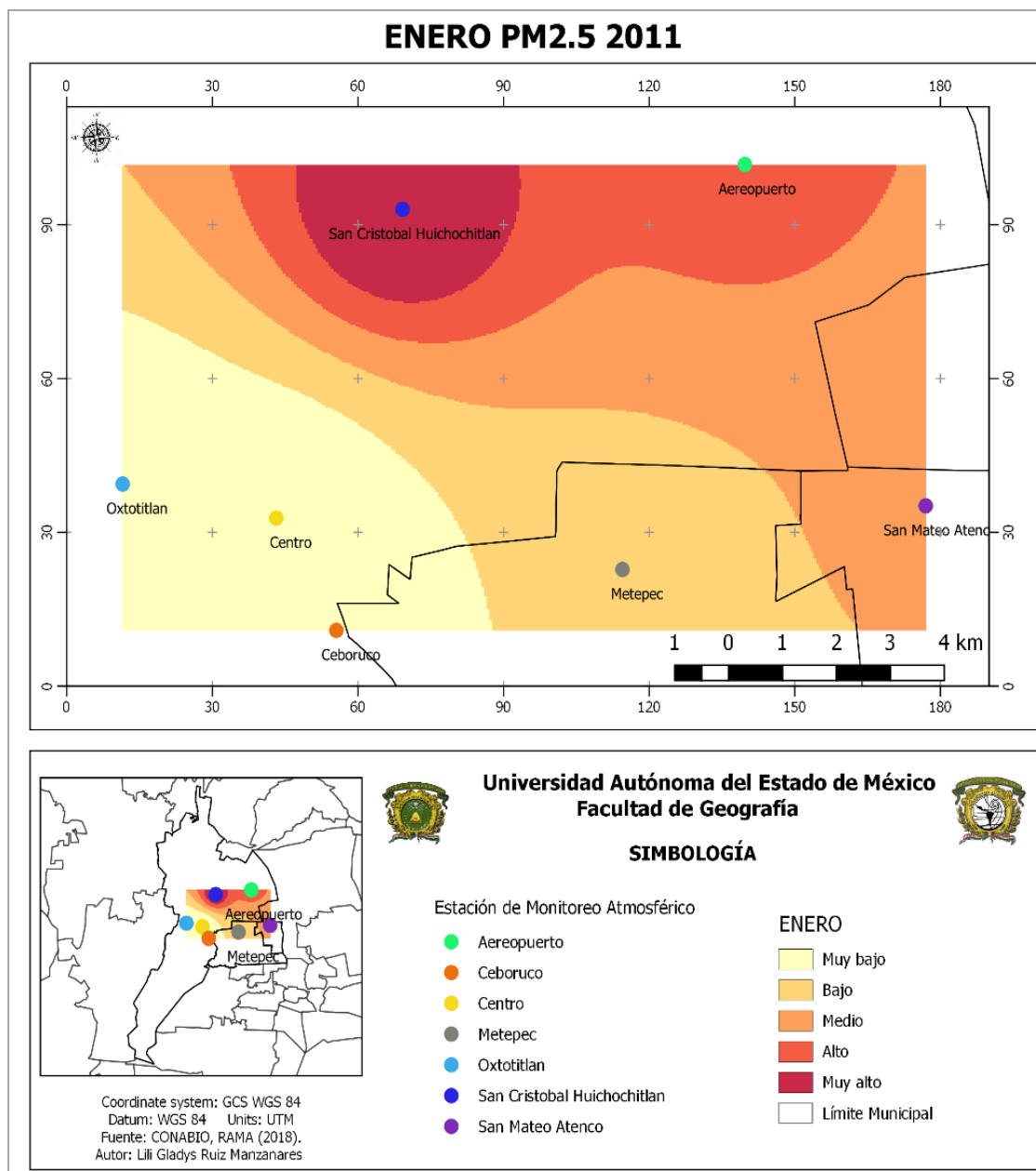
Fuente: Elaboración propia (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

ANEXO

IV

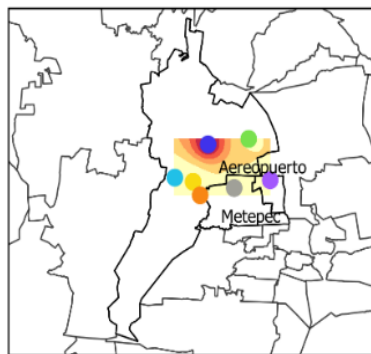
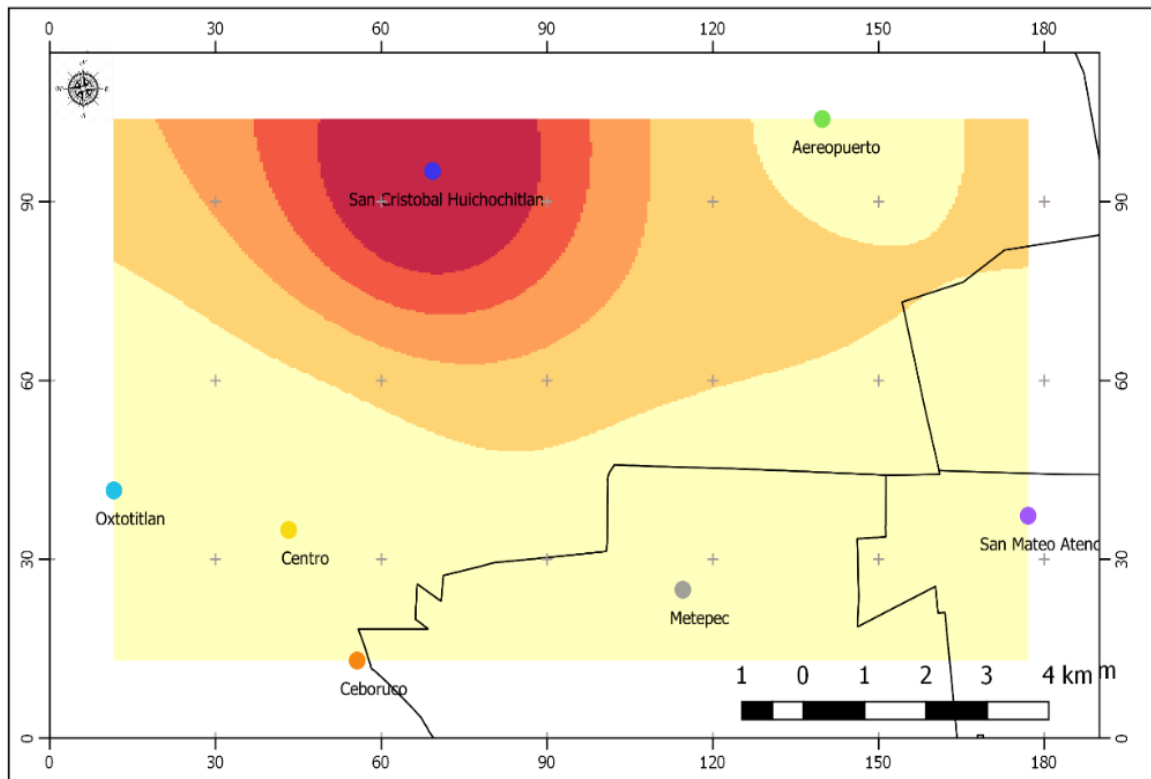
Anexo

Mapas de contaminantes PM_{2.5} por mes año 2011



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

FEBRERO PM2.5 2011



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

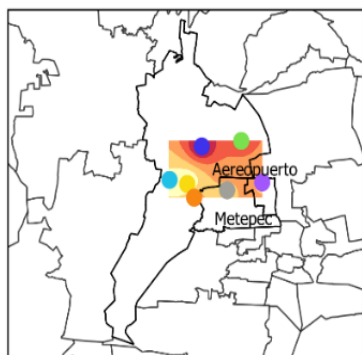
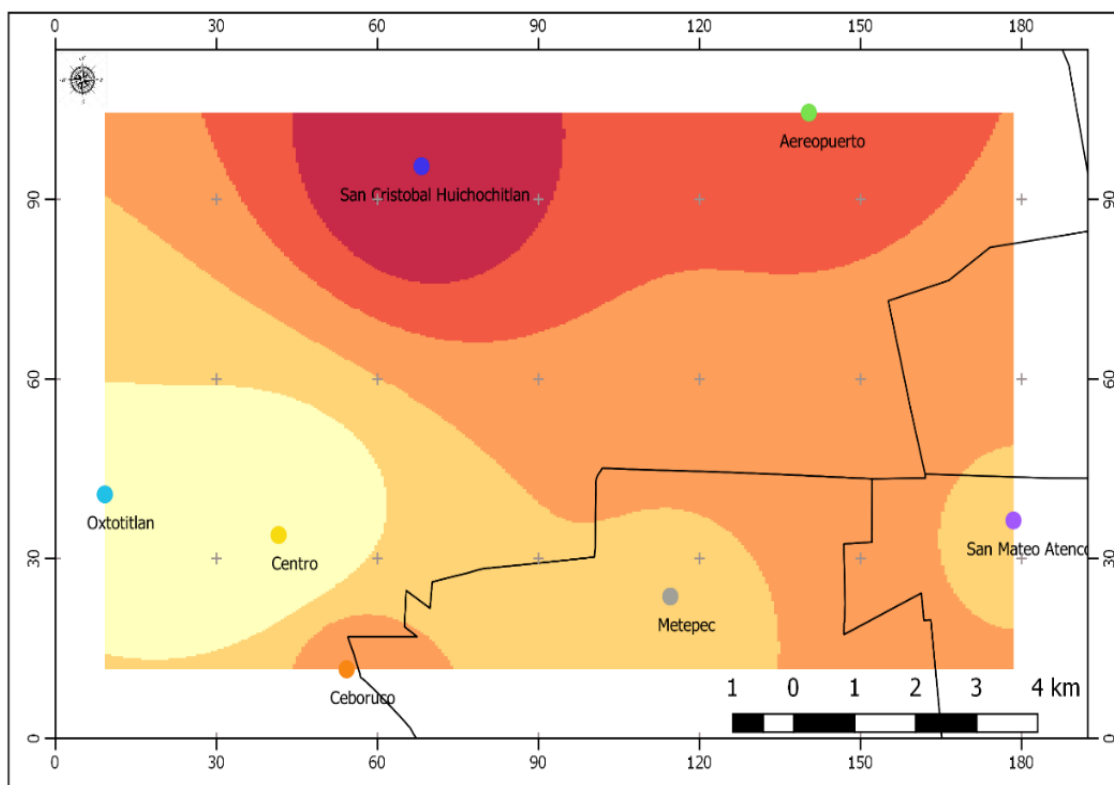
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

FEBRERO

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Límite Municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

MARZO PM2.5 2011



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

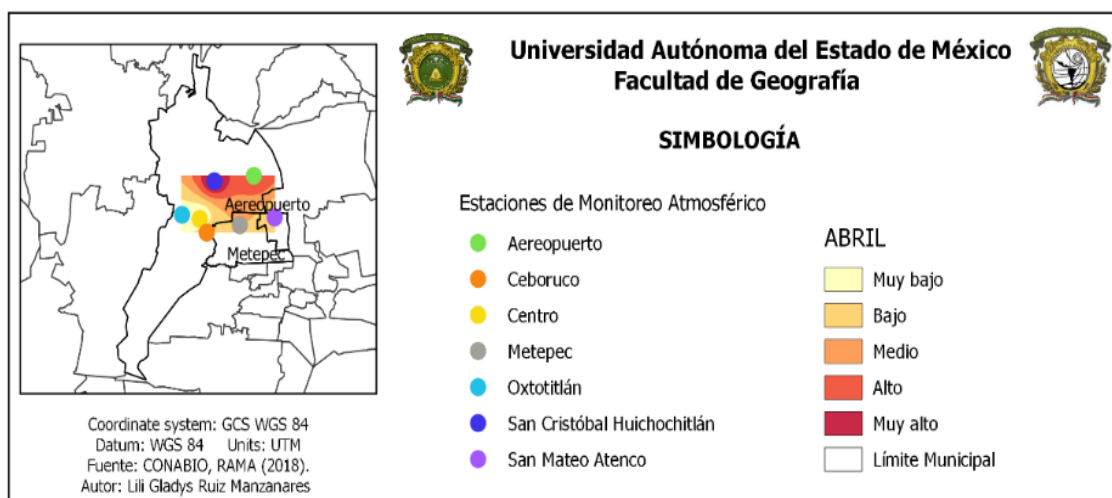
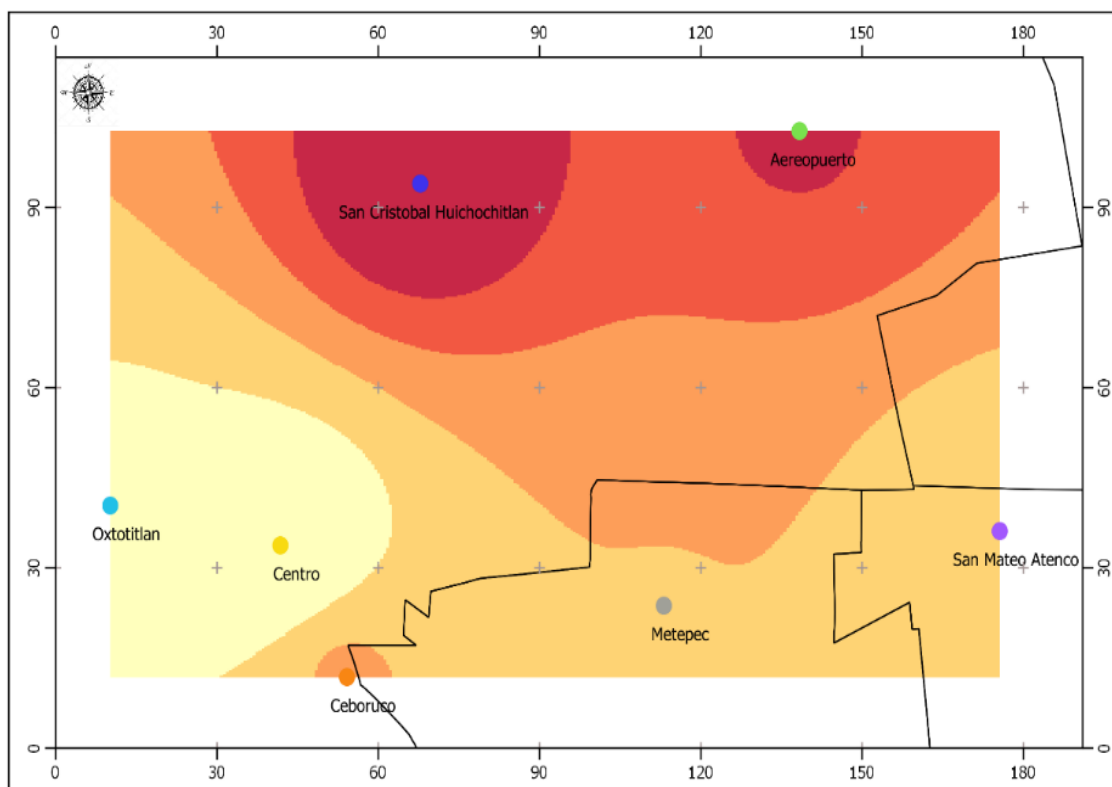
MARZO

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Límite Municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

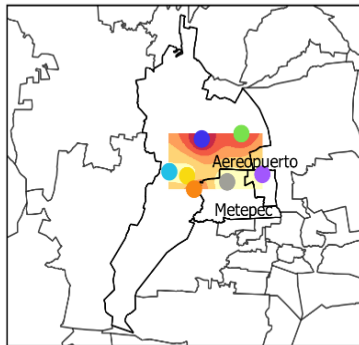
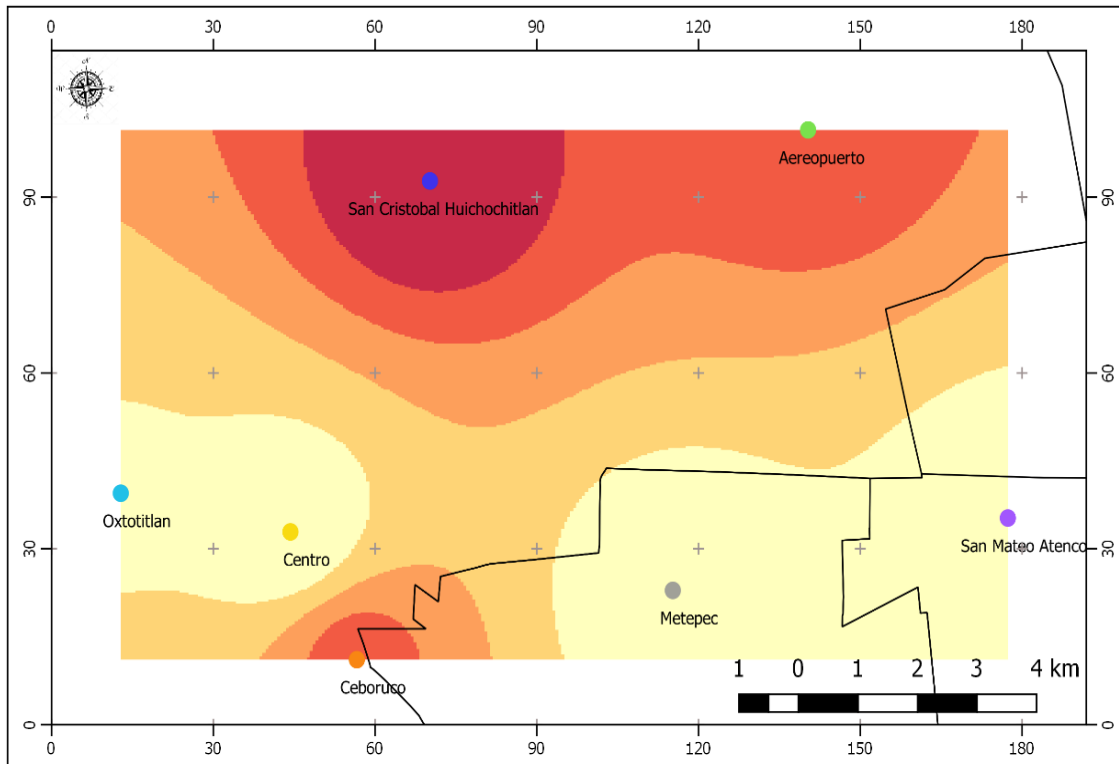
).

ABRIL PM2.5 2011



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

MAYO PM2.5 2011



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

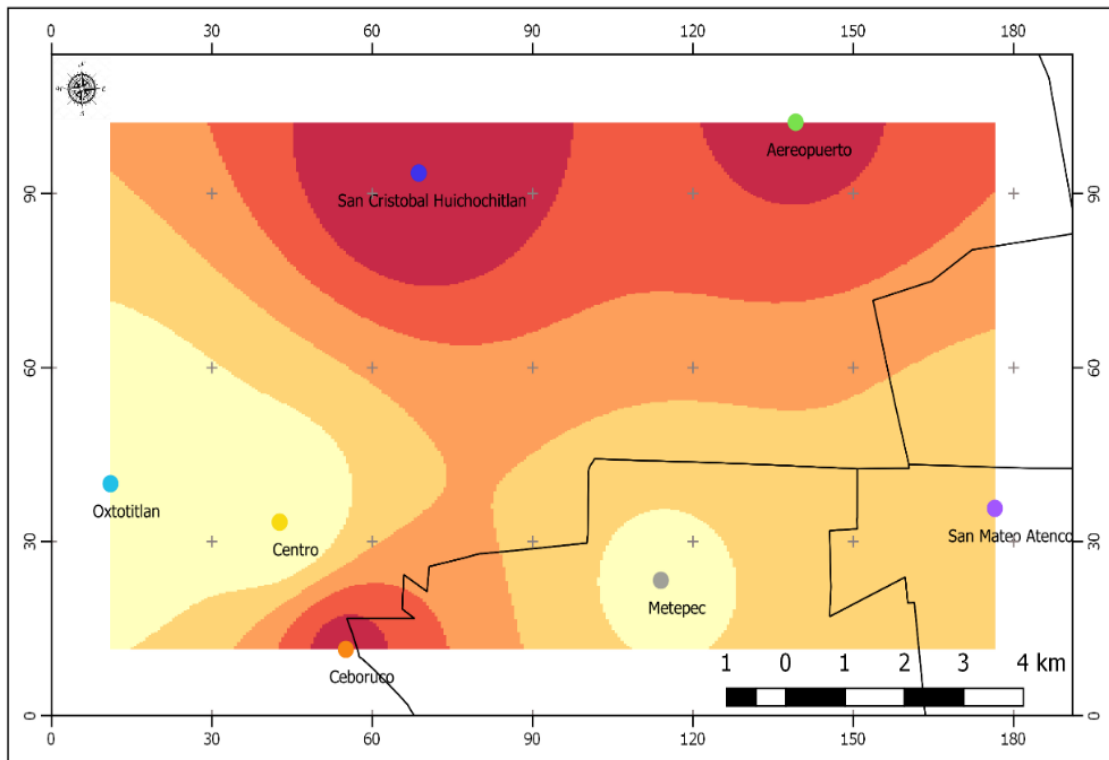
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

MAYO

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Límite Municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

JUNIO PM2.5 2011



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

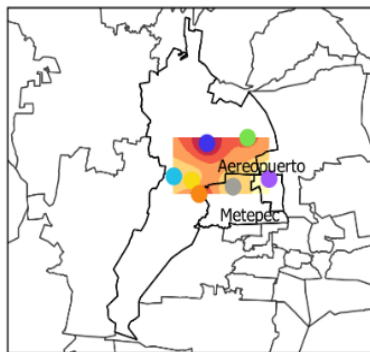
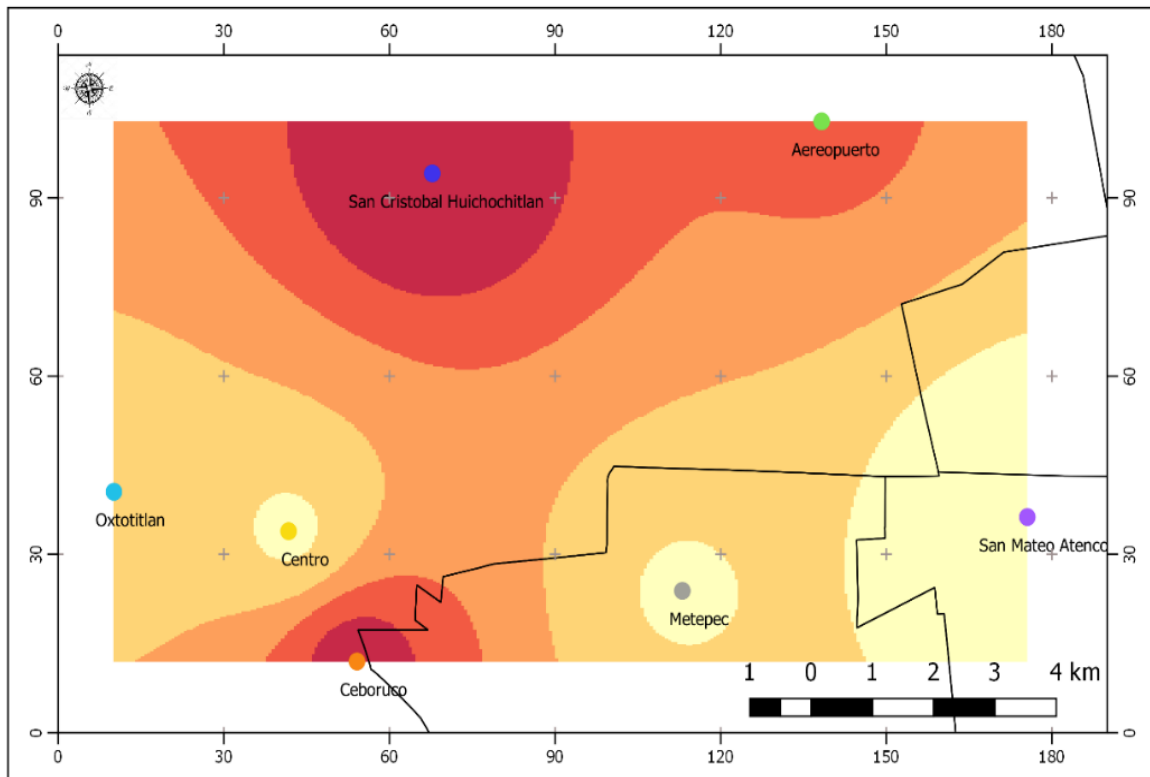
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

JUNIO

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Límite Municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

JULIO PM2.5 2011



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

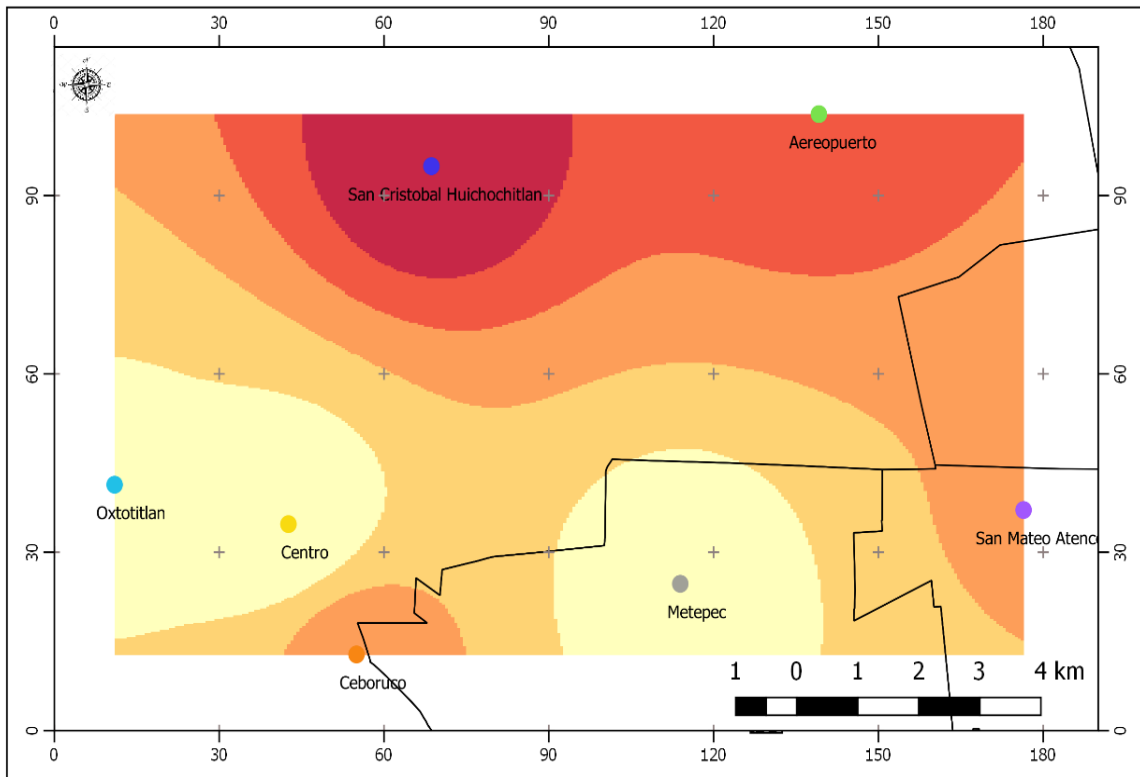
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

JULIO

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Límite Municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

AGOSTO PM2.5 2011



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

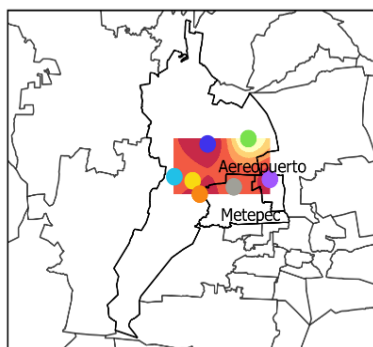
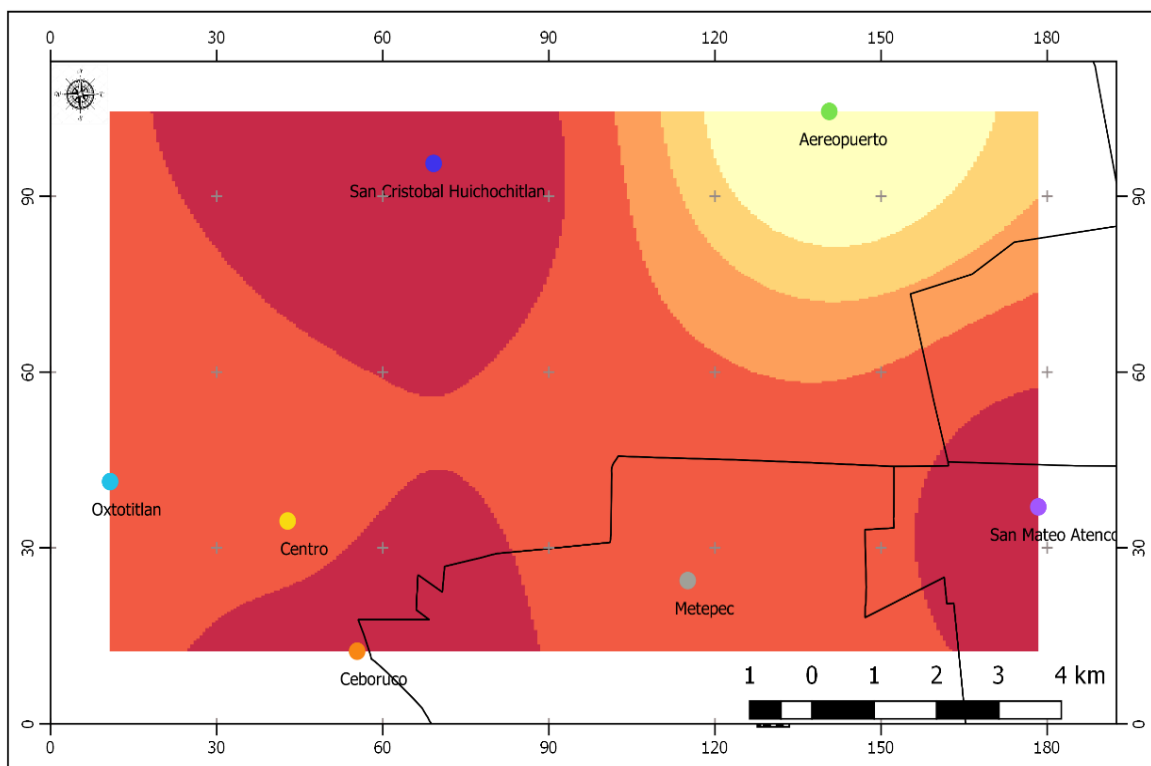
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

AGOSTO

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Límite Municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

SEPTIEMBRE PM2.5 2011



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

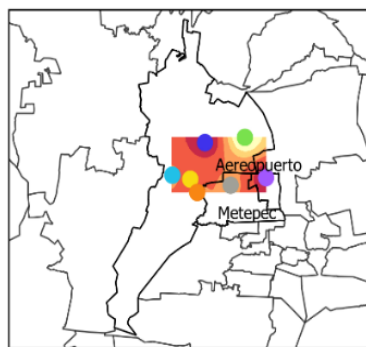
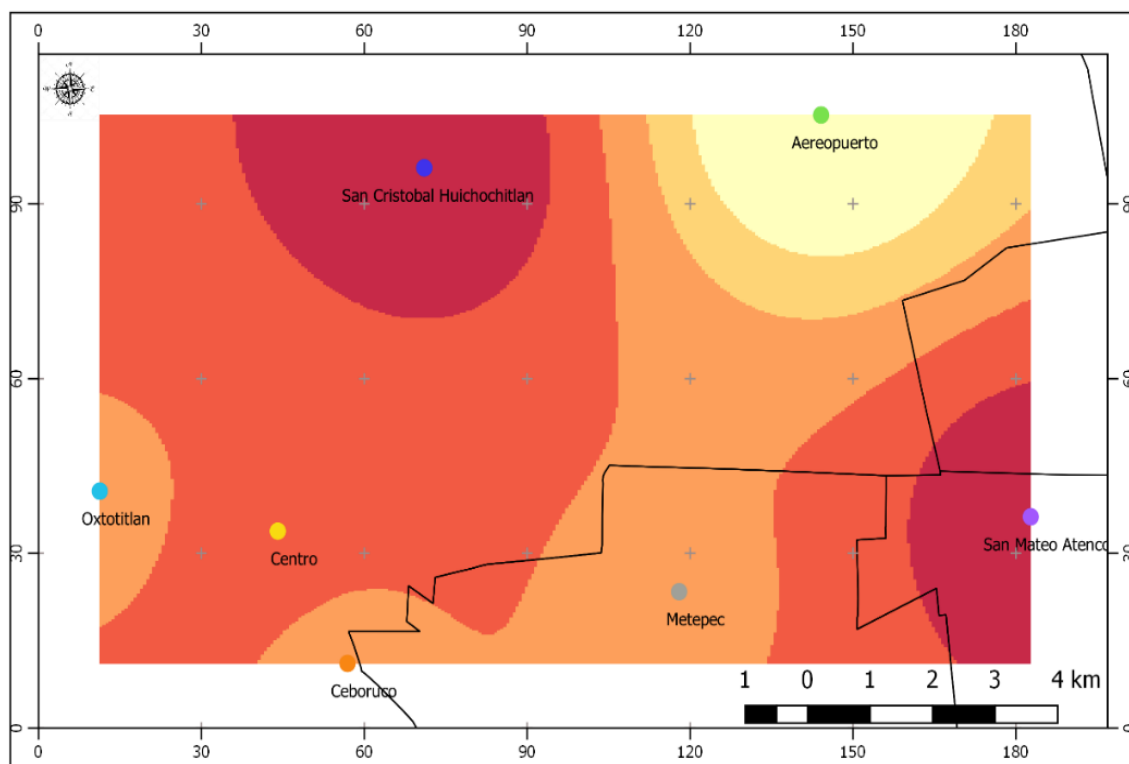
- Aeropuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

SEPTIEMBRE

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Límite Municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

OCTUBRE PM2.5 2011



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

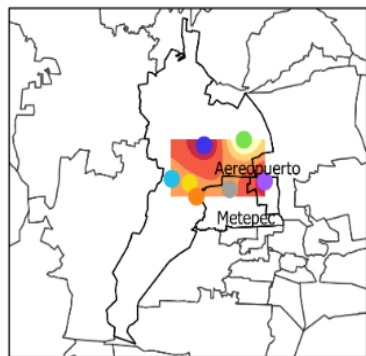
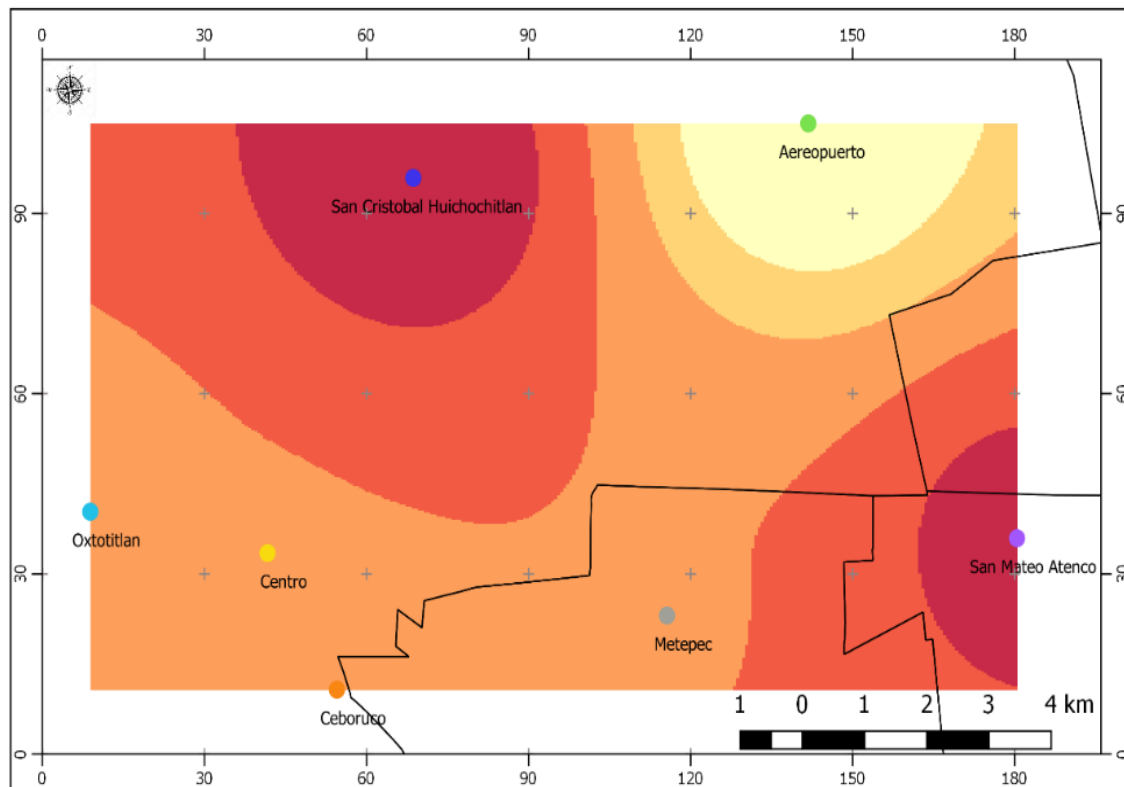
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlan
- San Cristóbal Huichochitlan
- San Mateo Atenco

OCTUBRE

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Limite Municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

NOVIEMBRE PM2.5 2011



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

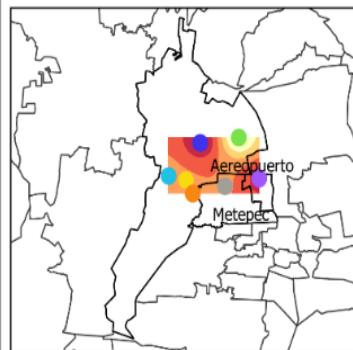
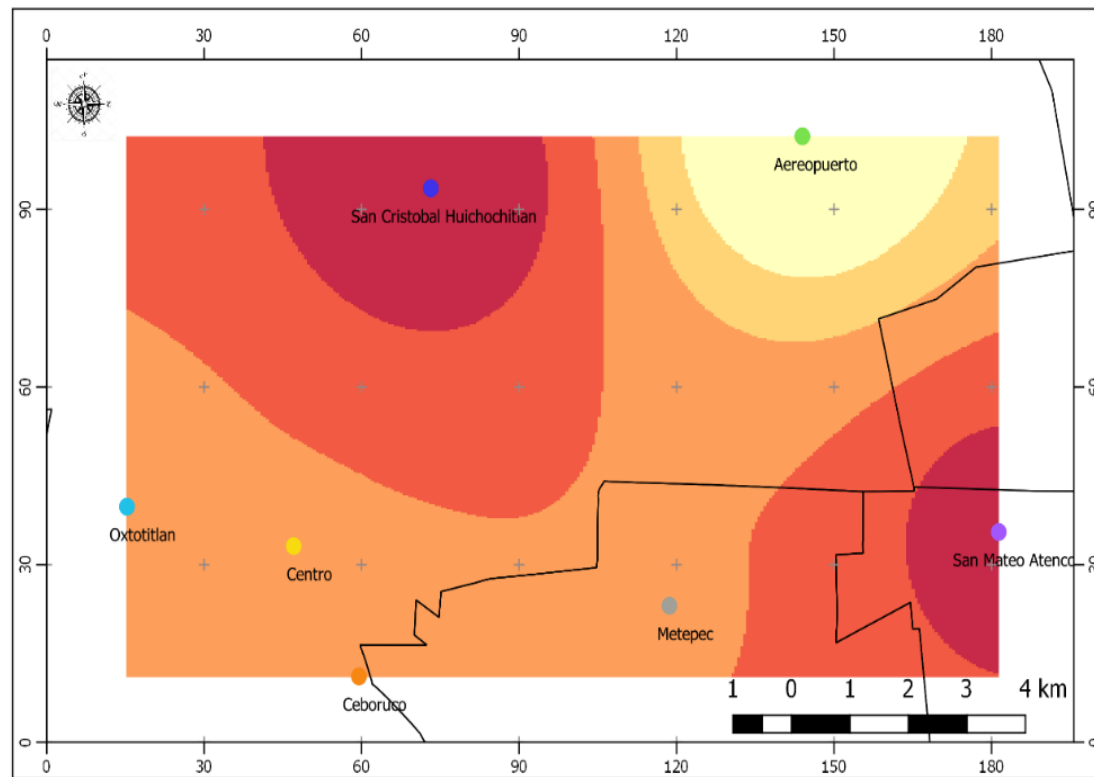
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

NOVIEMBRE

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Límite Municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

DICIEMBRE PM2.5 2011



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

- Aeropuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

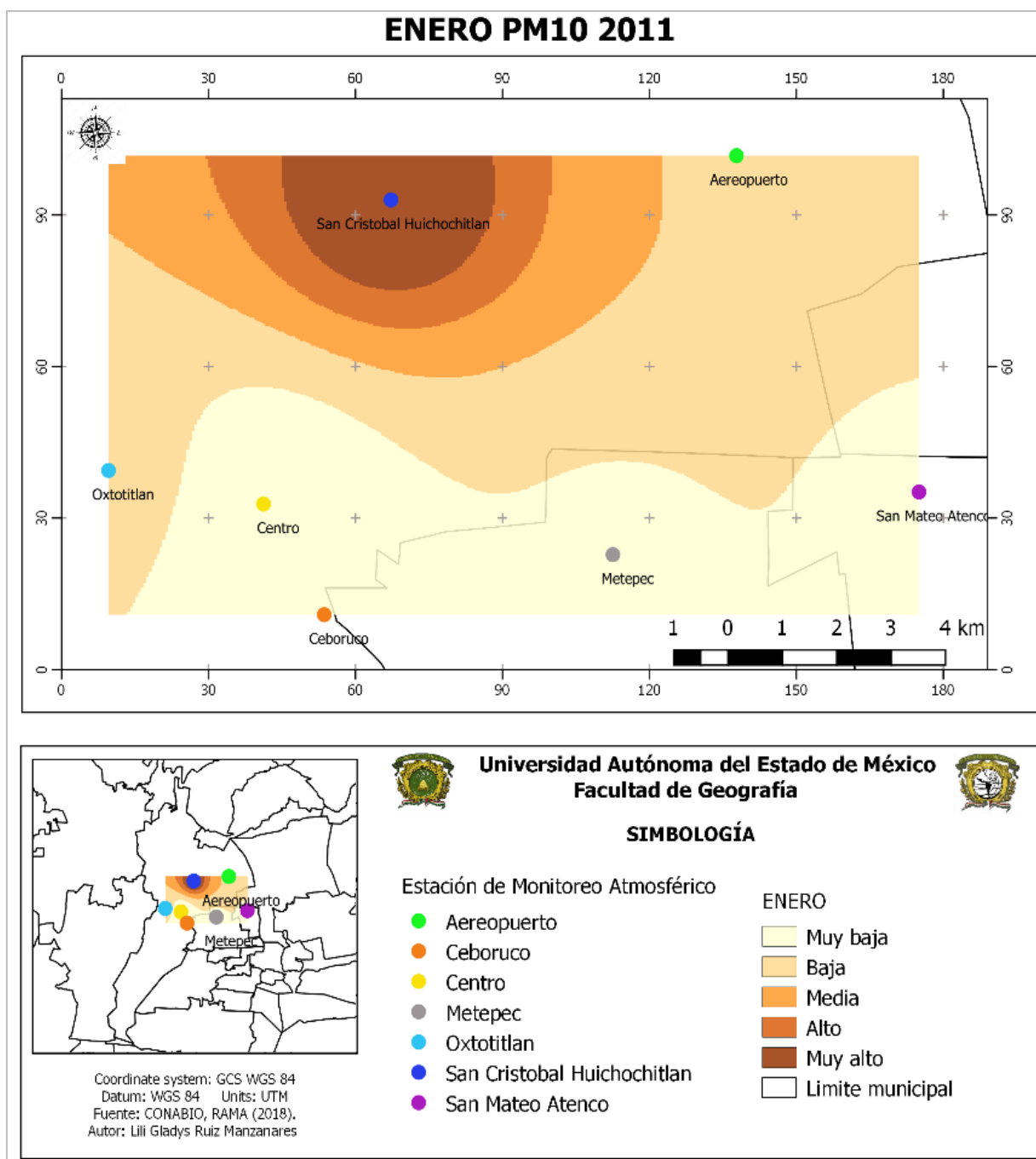
DICIEMBRE

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Límite Municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

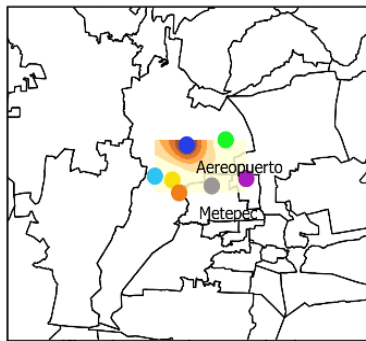
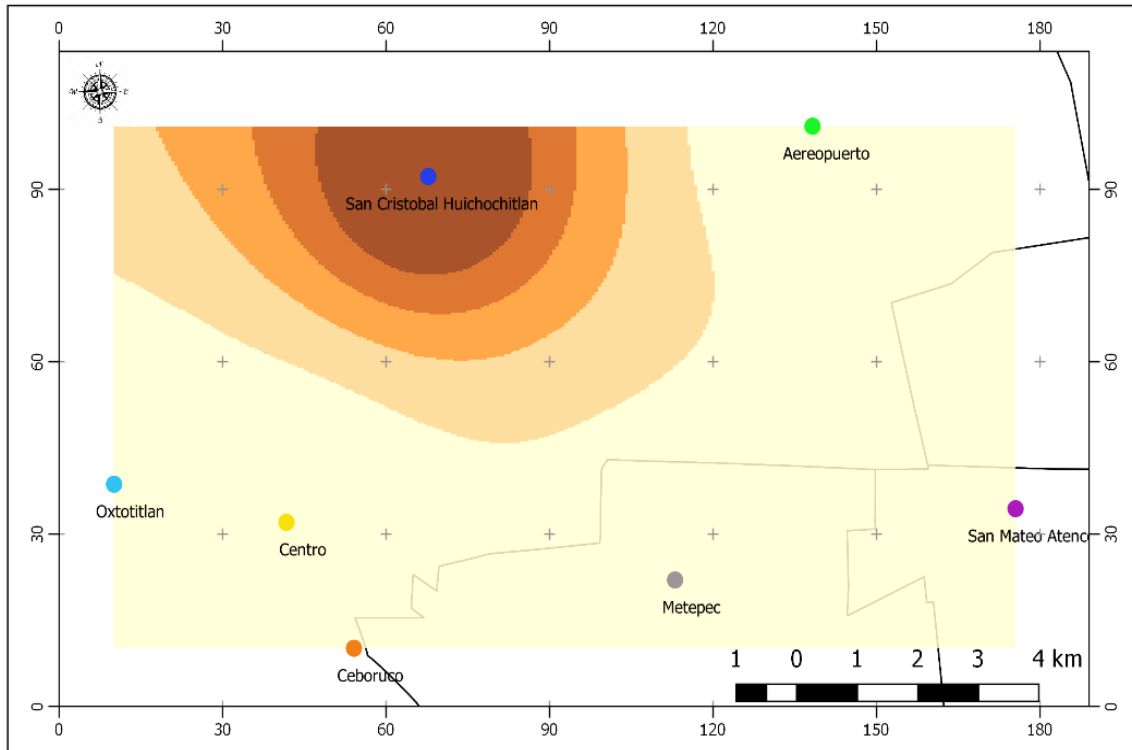
).

Mapas de contaminantes PM₁₀ por mes año 2011



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

FEBRERO PM10 2011



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estación de Monitoreo Atmosférico

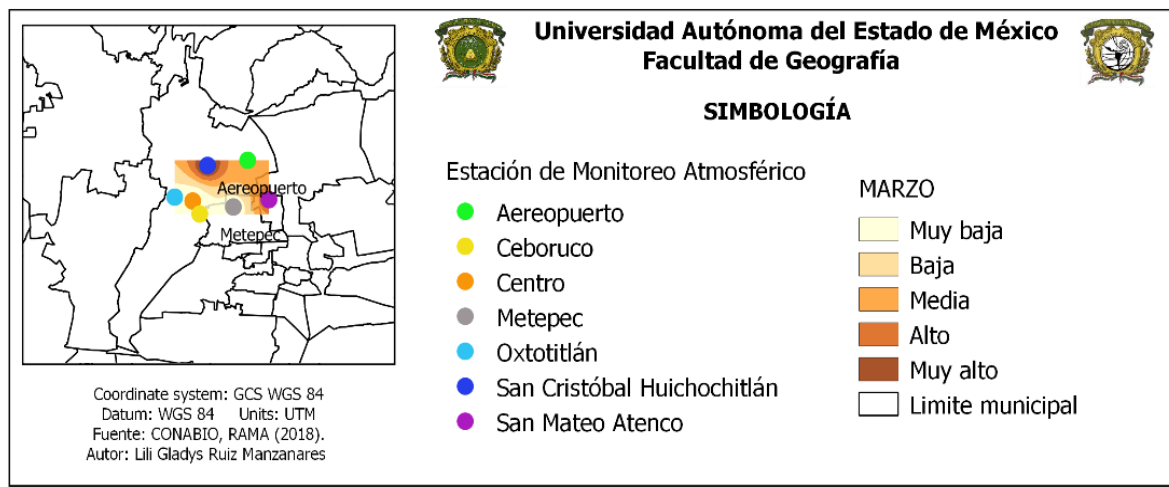
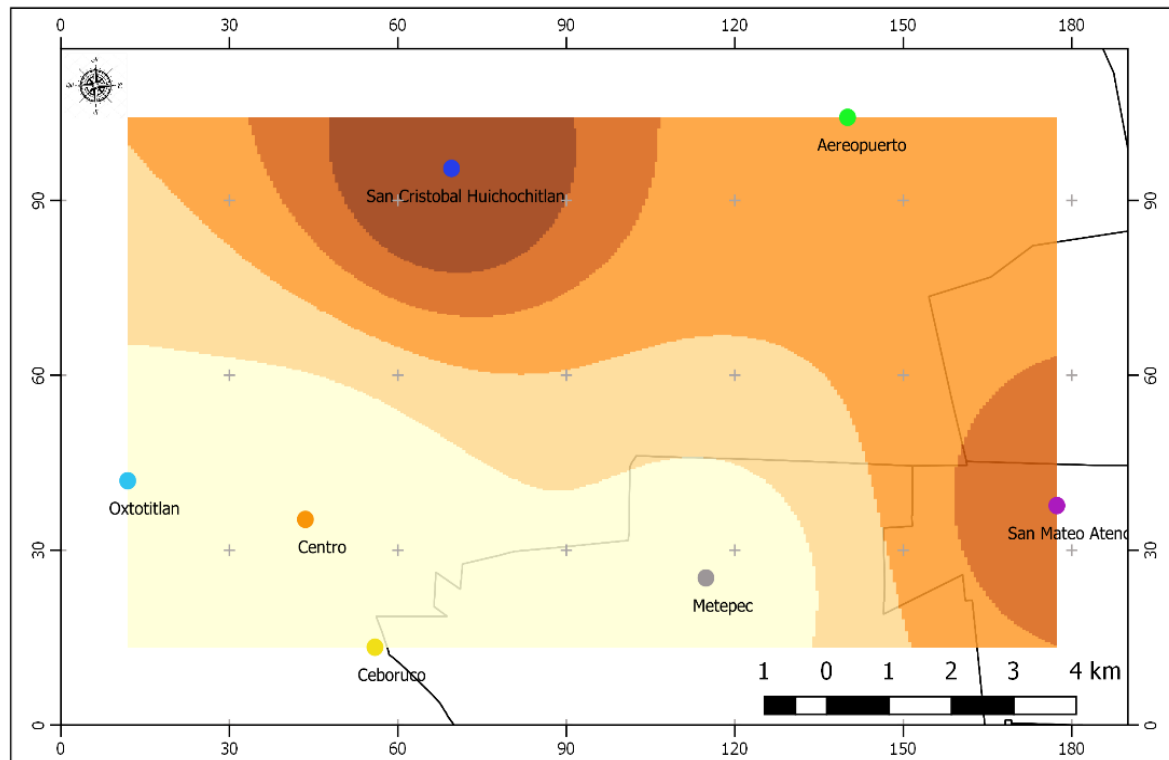
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

FEBRERO

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alto
- Muy alto
- Limite municipal

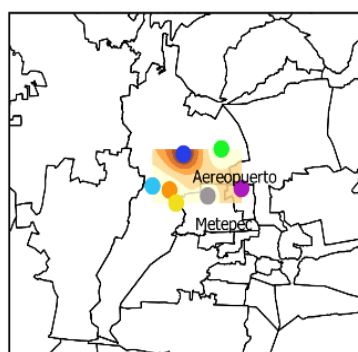
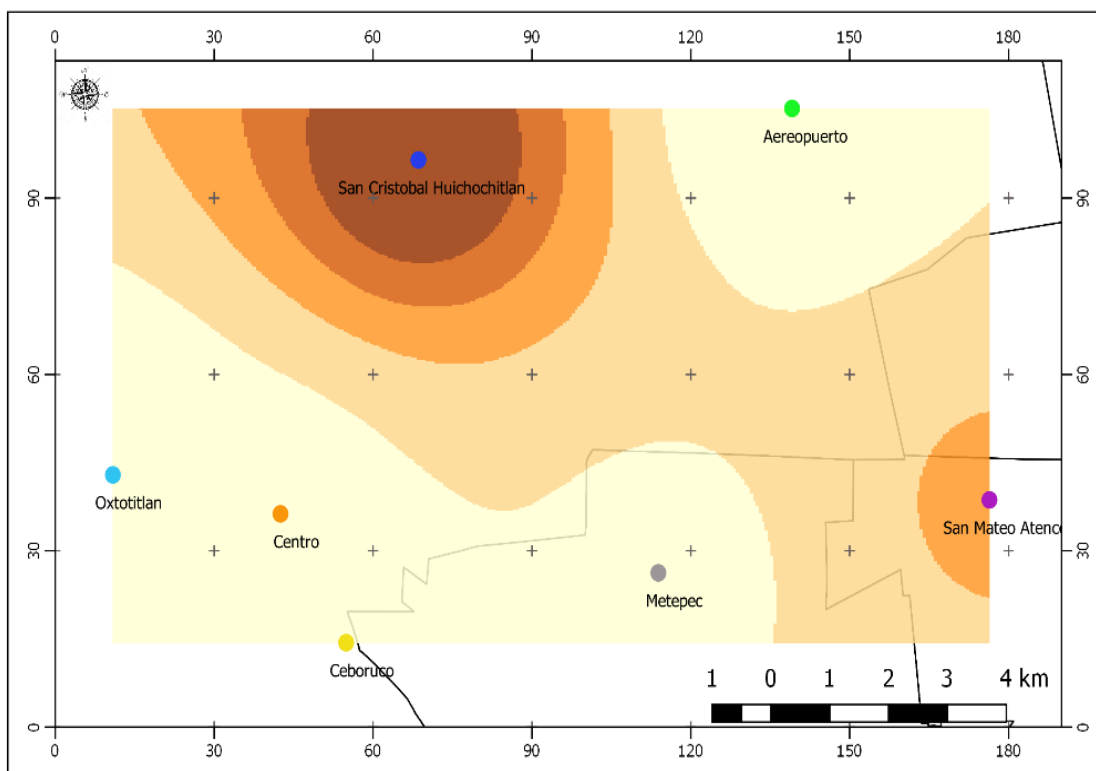
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

MARZO PM10 2011



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

ABRIL PM10 2011



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estación de Monitoreo Atmosférico

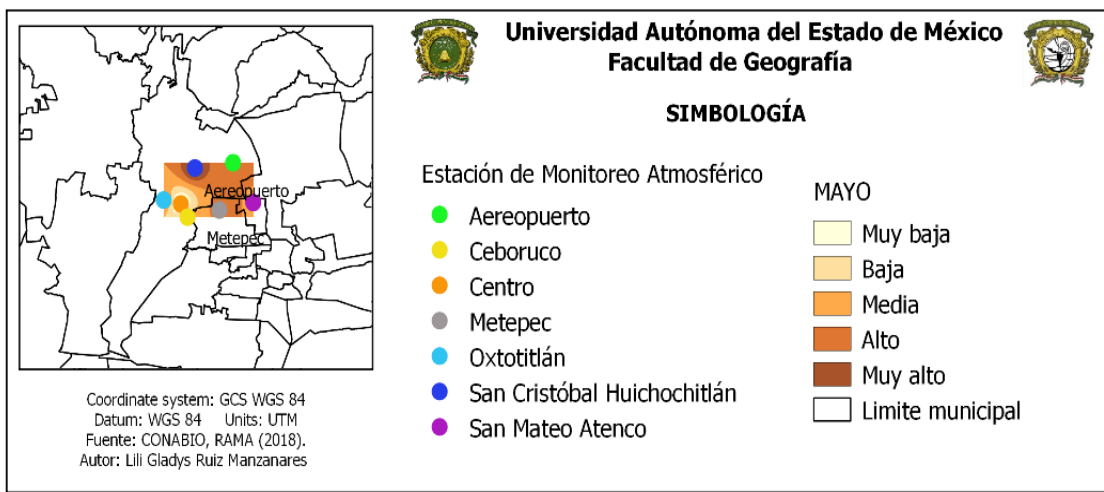
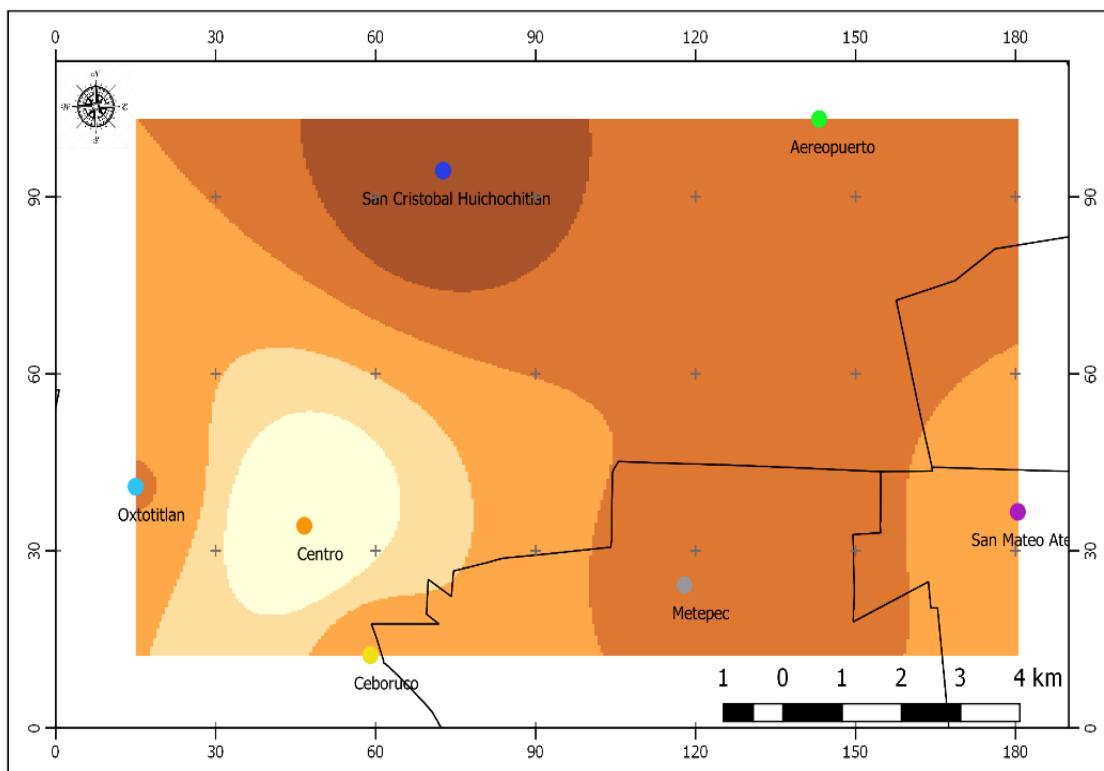
- Aeropuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

ABRIL

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alto
- Muy alto
- Limite municipal

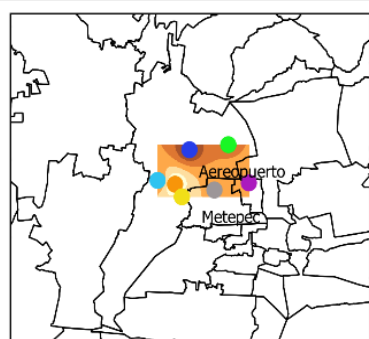
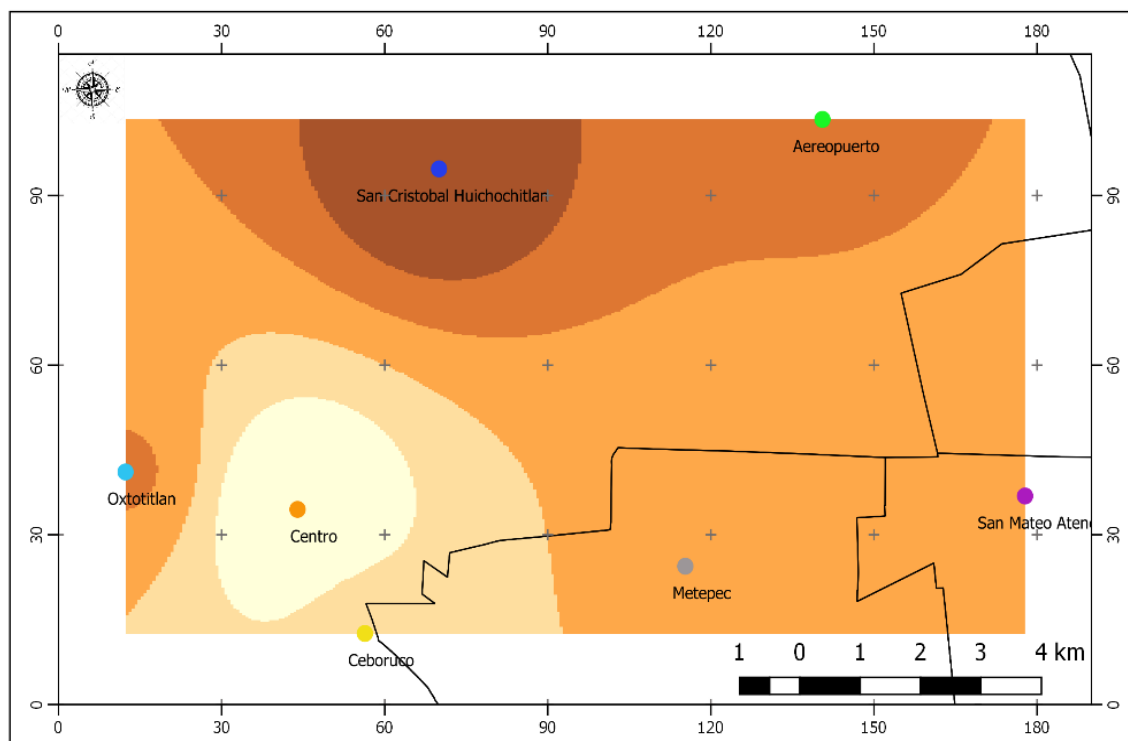
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

MAYO PM10 2011



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

JUNIO PM10 2011



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estación de Monitoreo Atmosférico

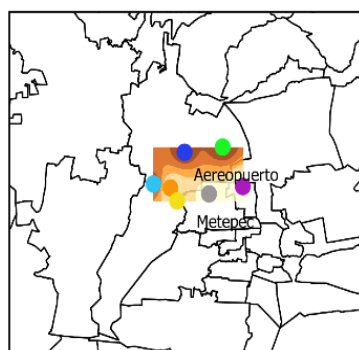
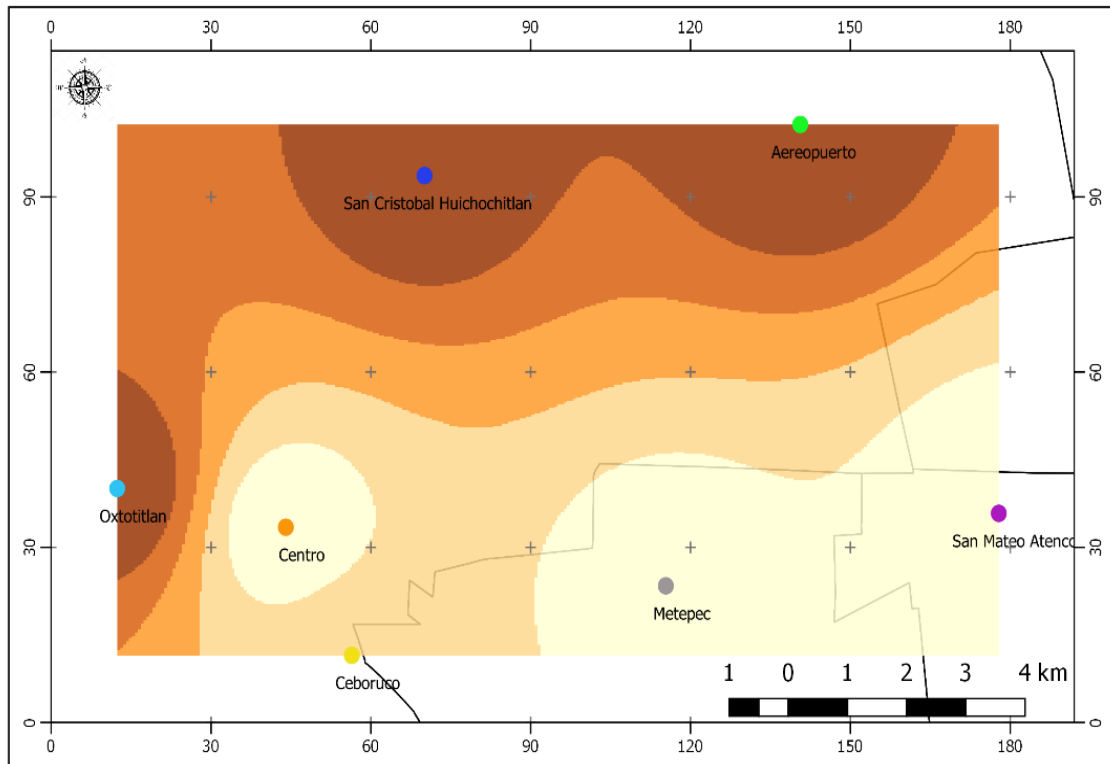
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

JUNIO

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alto
- Muy alto
- Limite municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

JULIO PM10 2011



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estación de Monitoreo Atmosférico

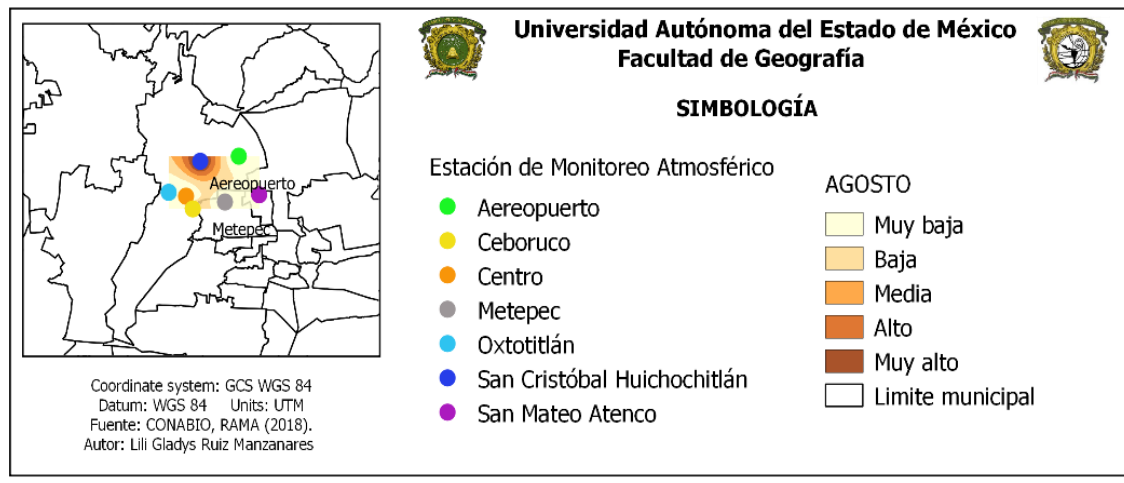
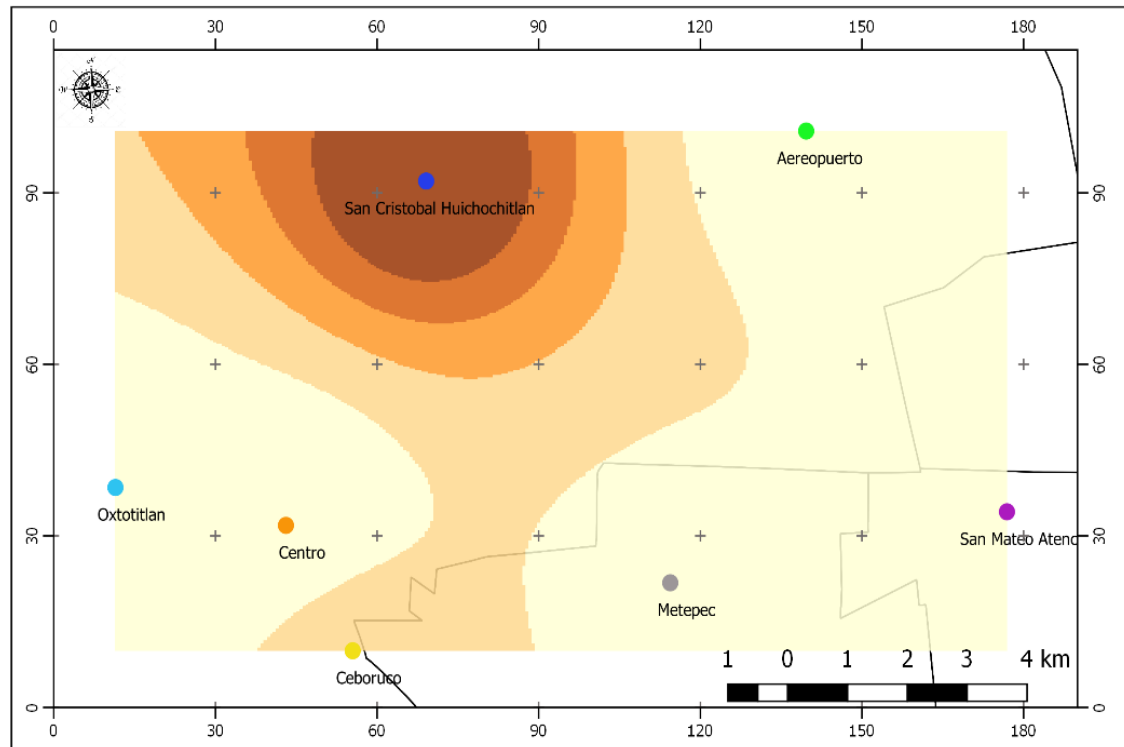
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

JULIO

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alto
- Muy alto
- Limite municipal

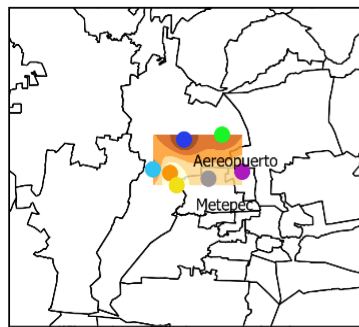
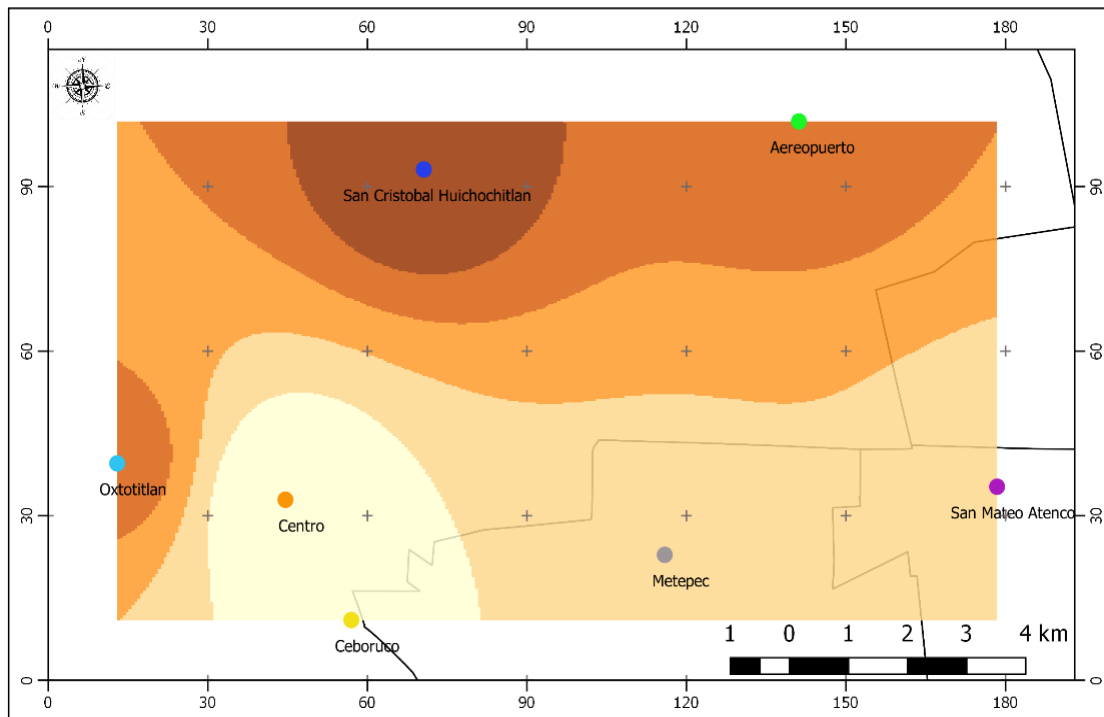
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

AGOSTO PM10 2011



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

SEPTIEMBRE PM10 2011



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estación de Monitoreo Atmosférico

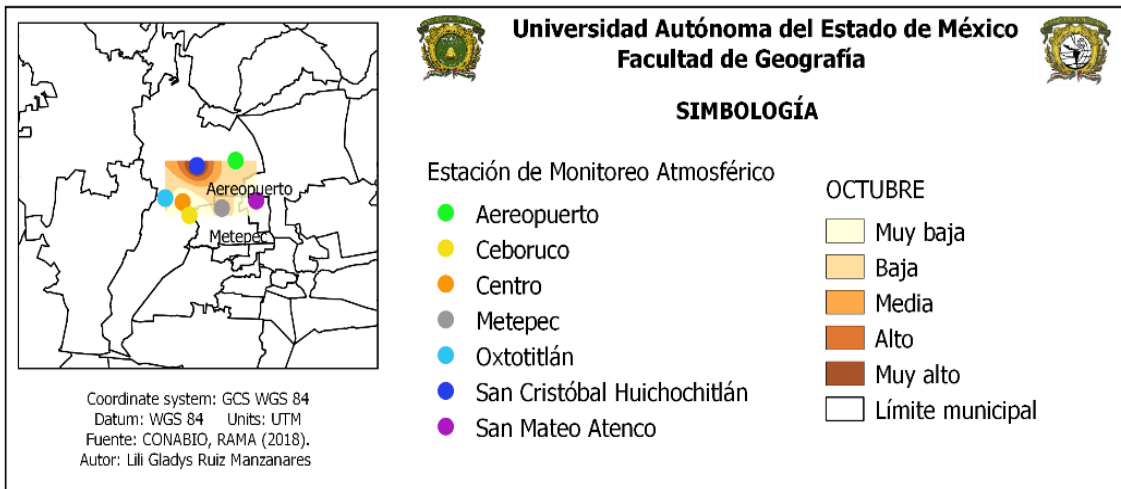
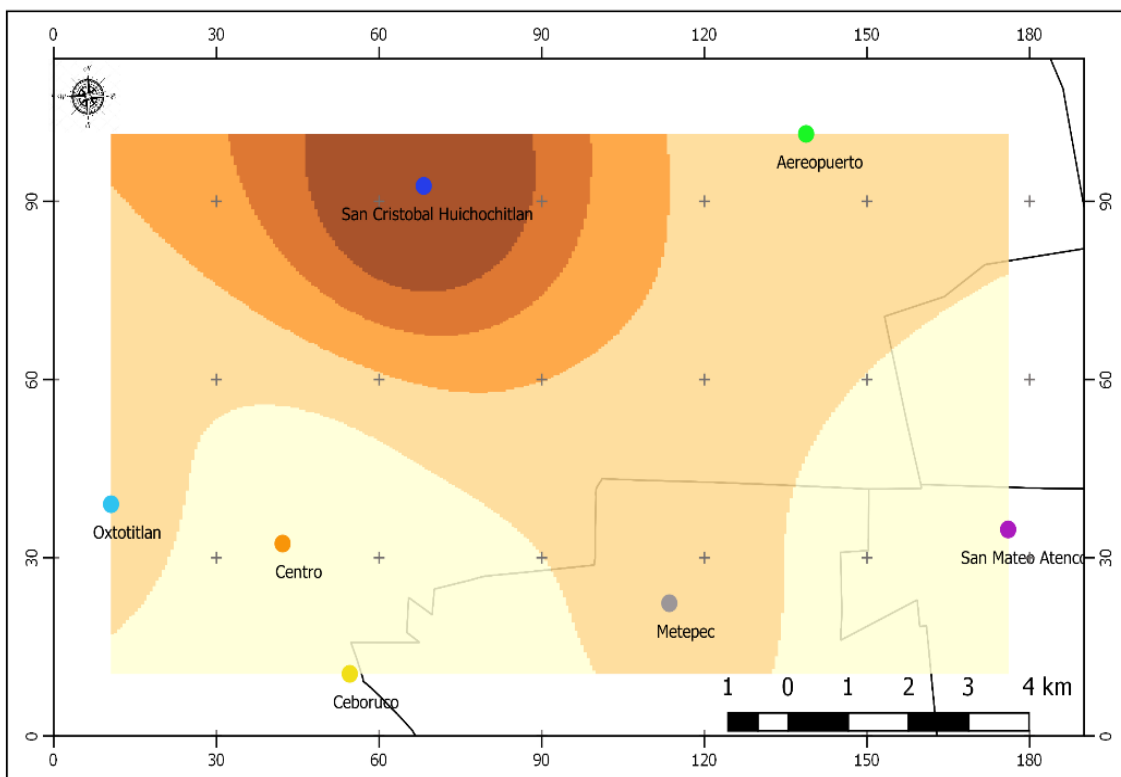
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

SEPTIEMBRE

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alto
- Muy alto
- Limite municipal

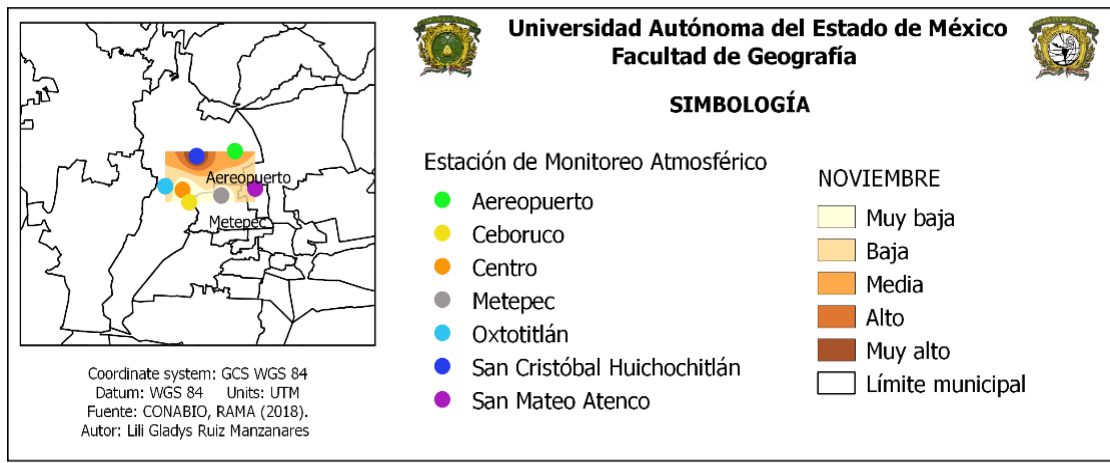
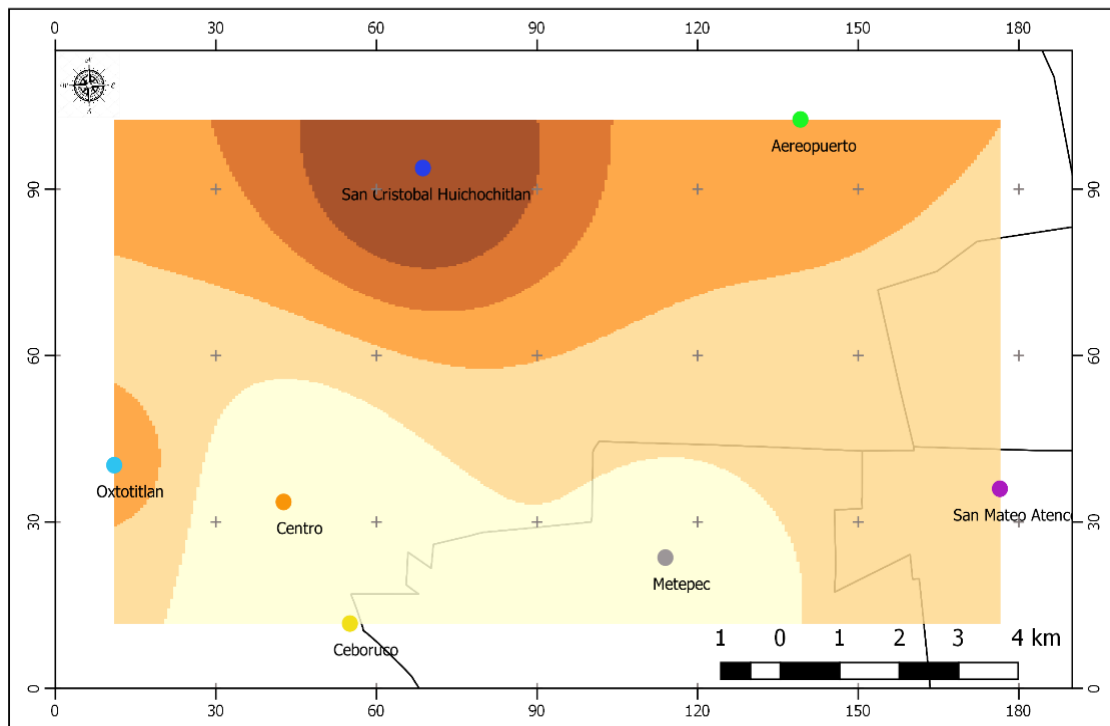
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

OCTUBRE PM10 2011



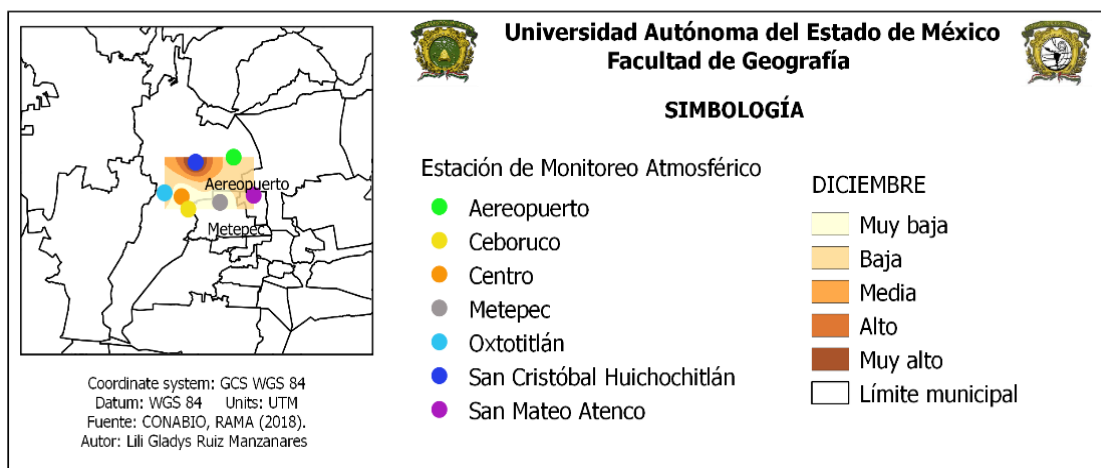
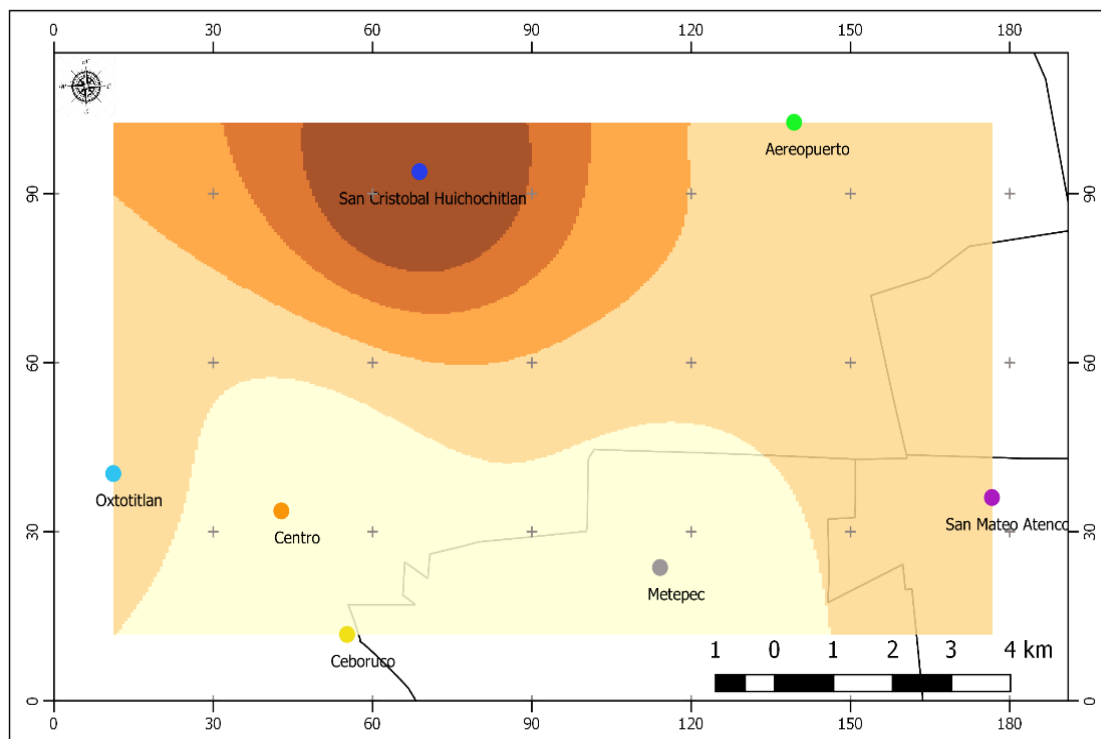
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

NOVIEMBRE PM10 2011



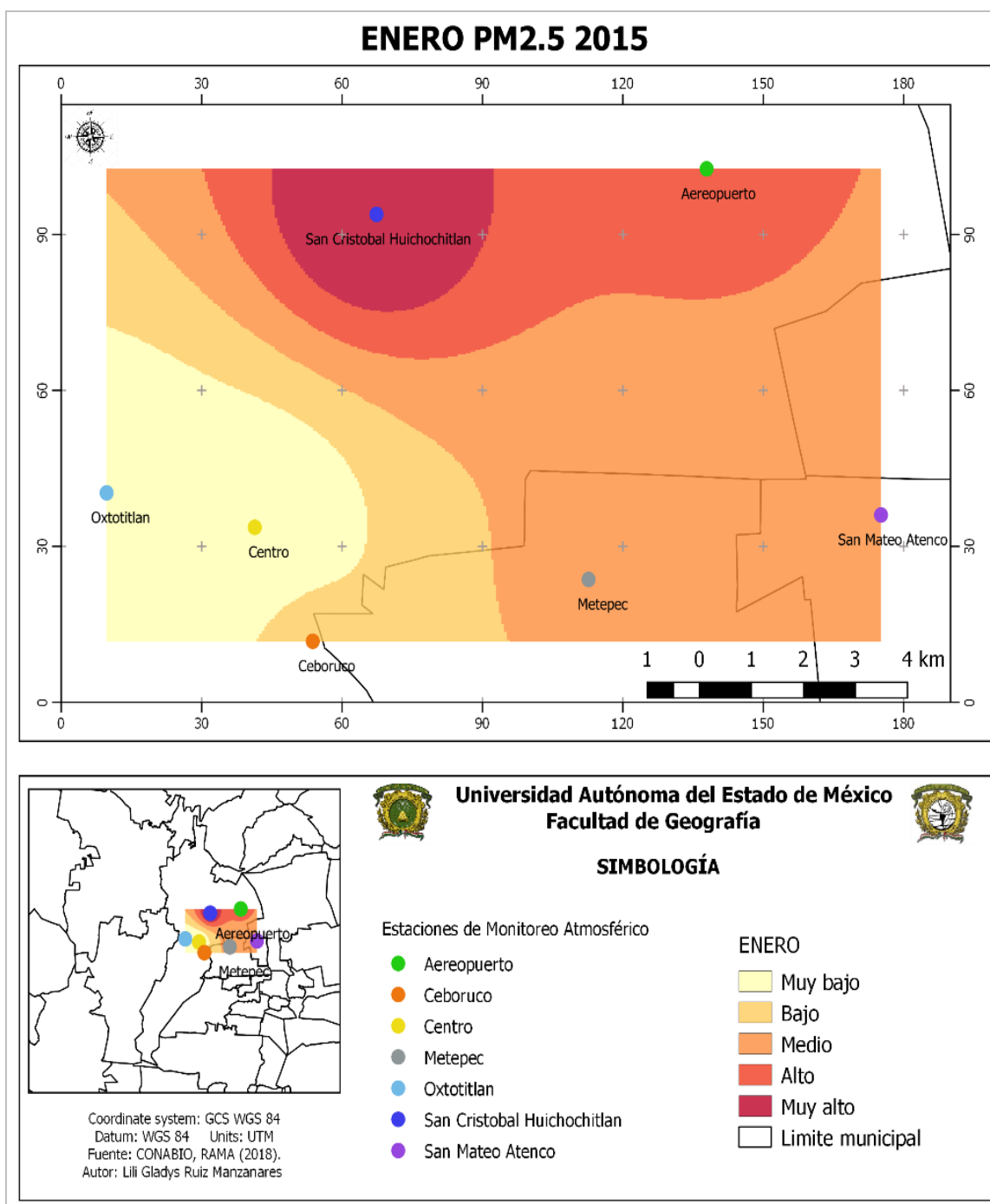
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

DICIEMBRE PM10 2011



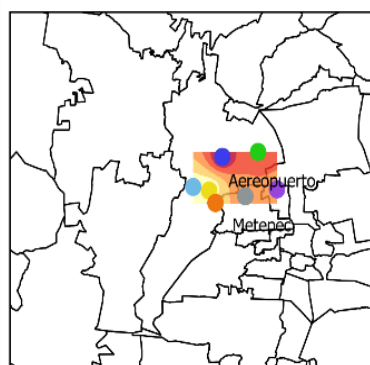
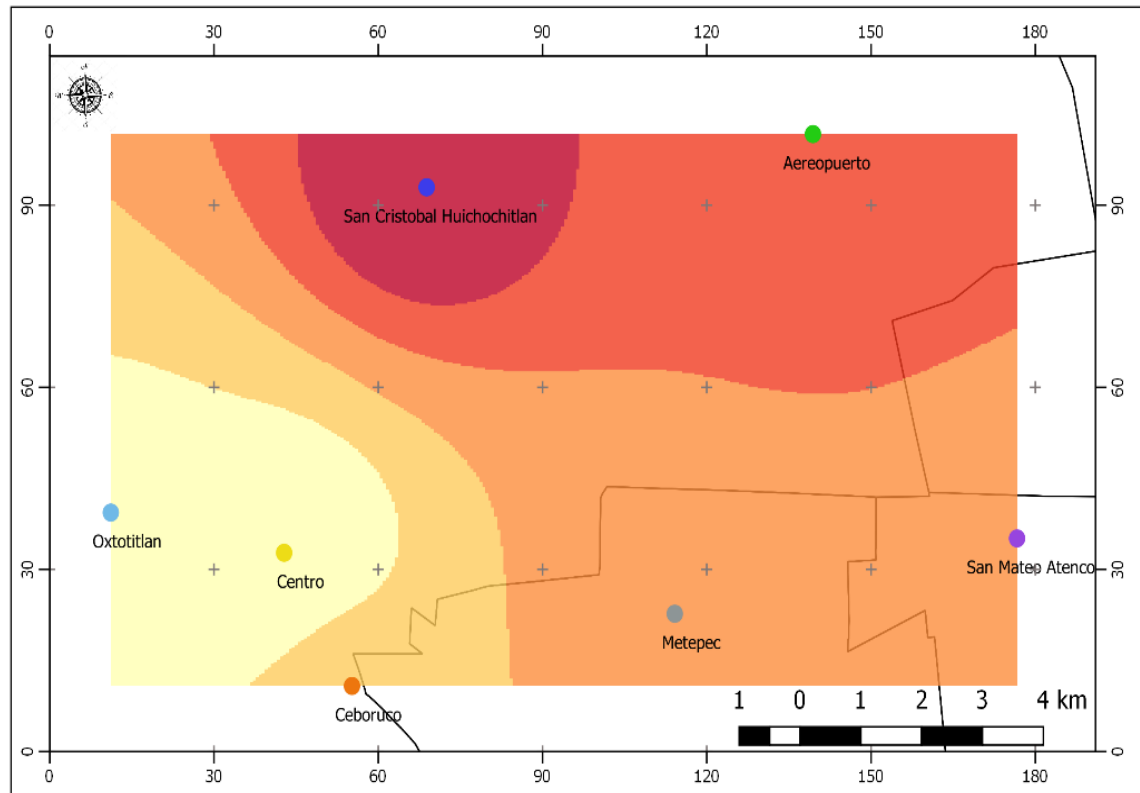
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Mapas de contaminantes PM_{2.5} por mes año 2015



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

FEBRERO PM2.5 2015



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

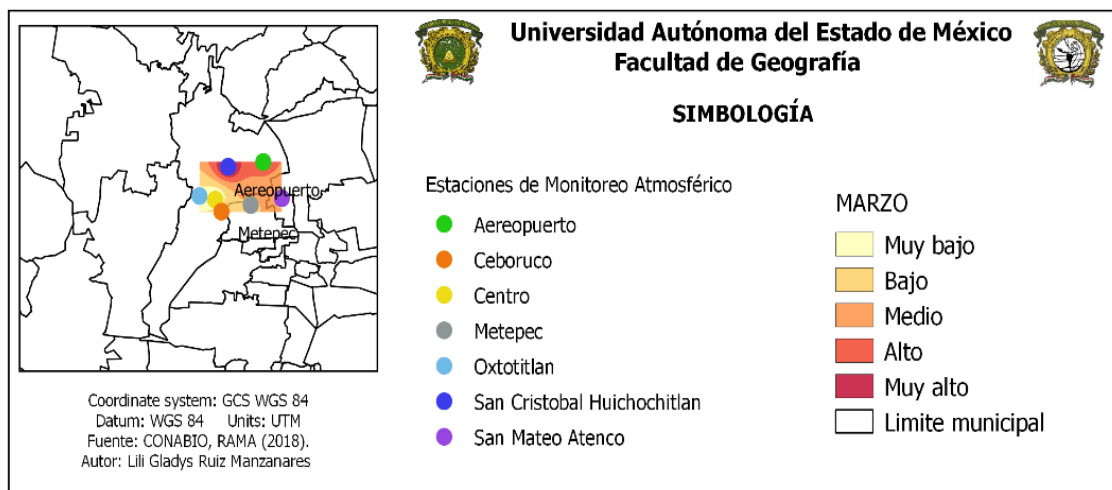
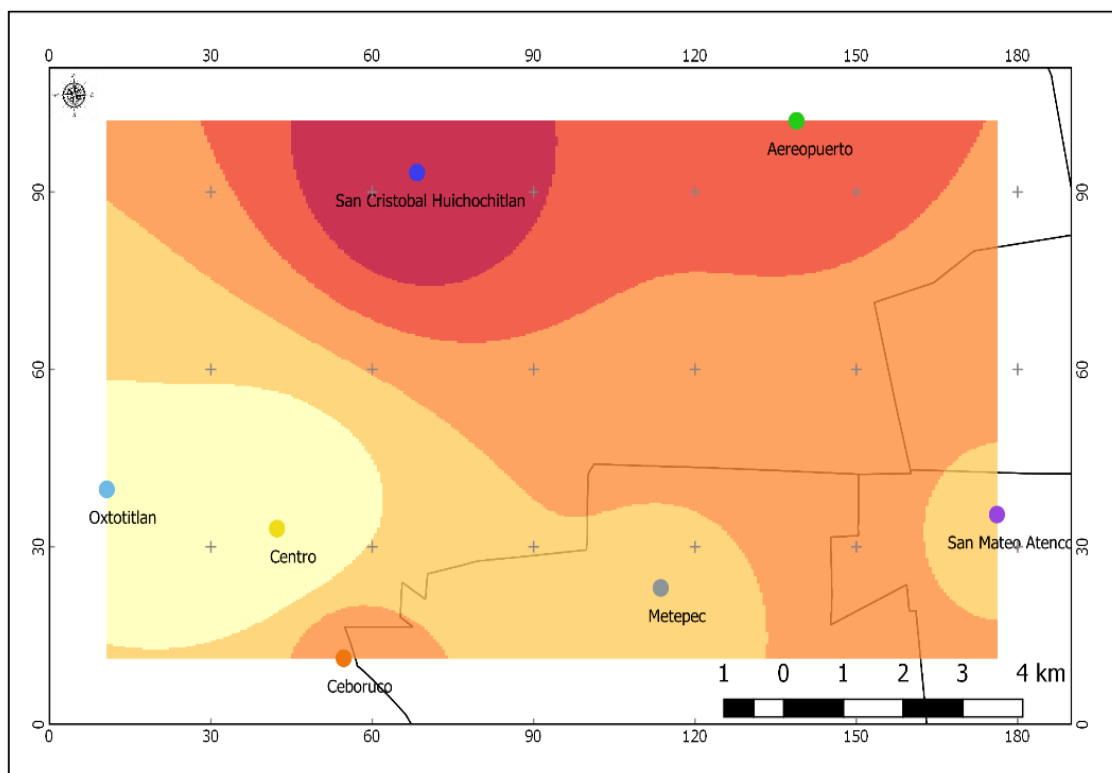
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlan
- San Cristobal Huichochitlan
- San Mateo Atenco

FEBRERO

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Limite municipal

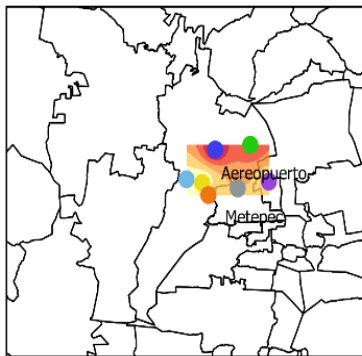
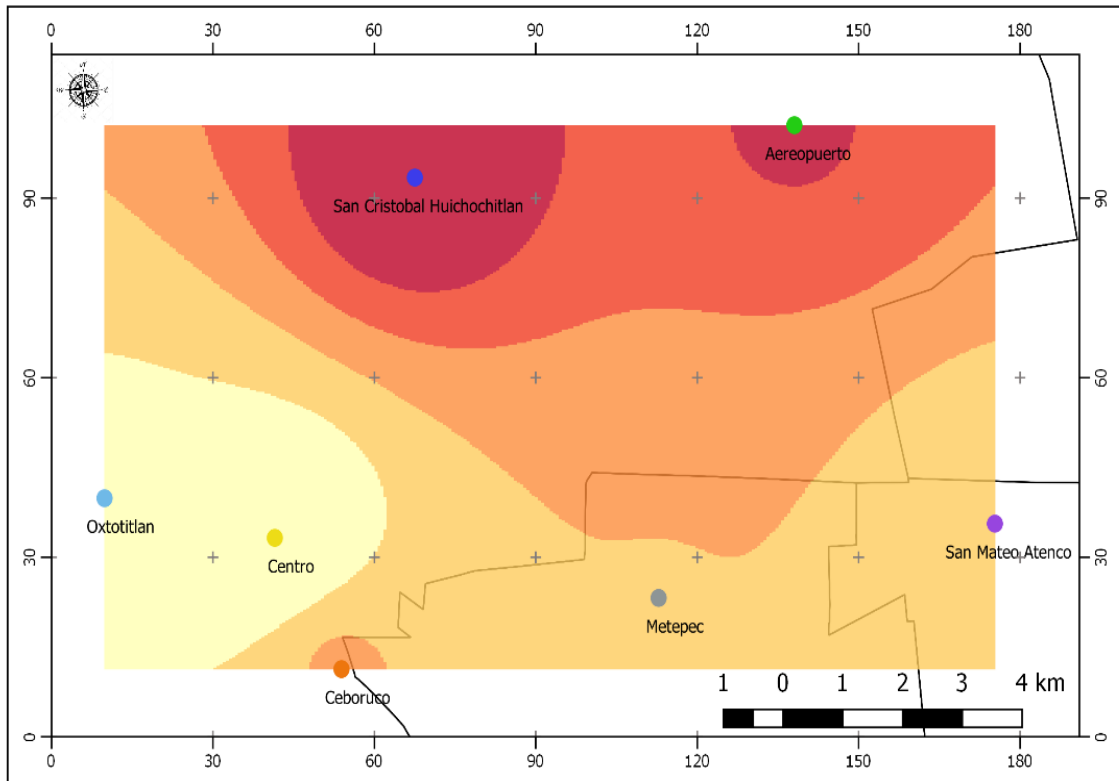
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

MARZO PM2.5 2015



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

ABRIL PM2.5 2015



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

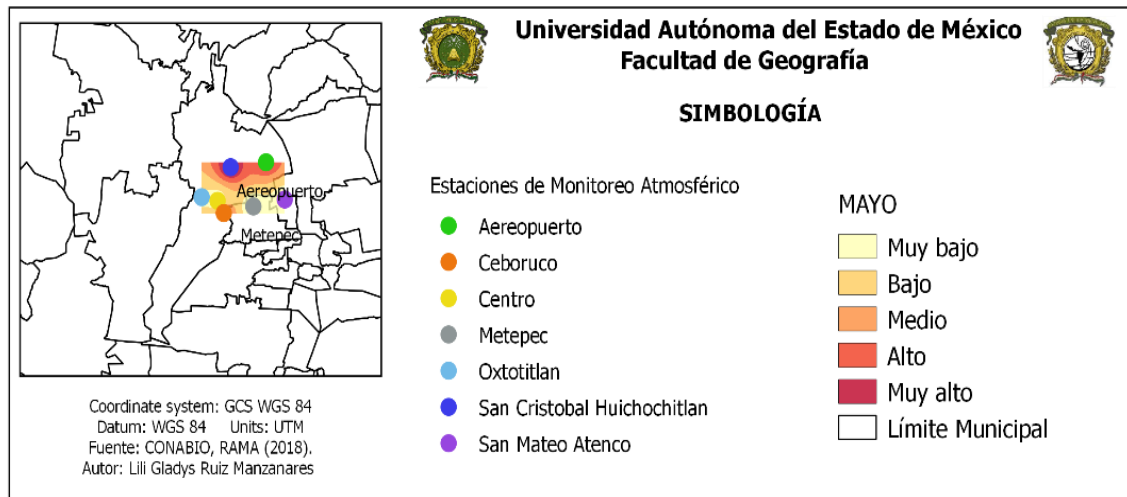
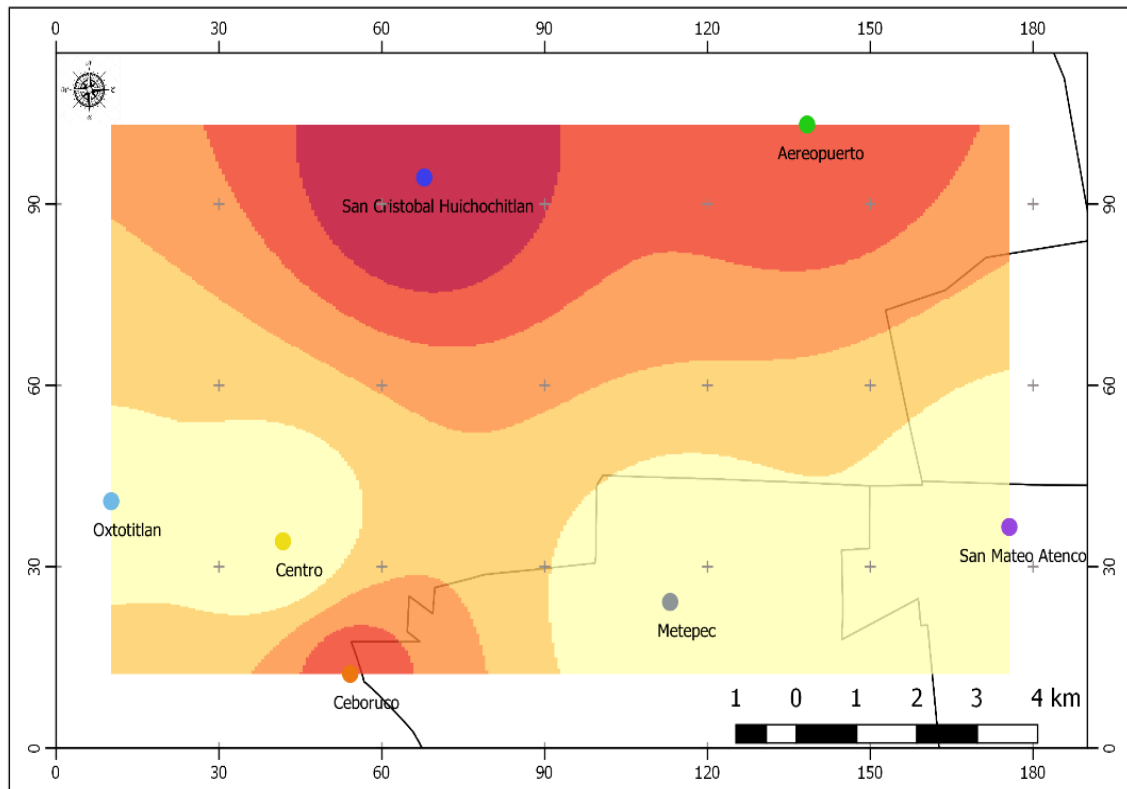
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlan
- San Cristobal Huichochitlan
- San Mateo Atenco

ABRIL

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Límite Municipal

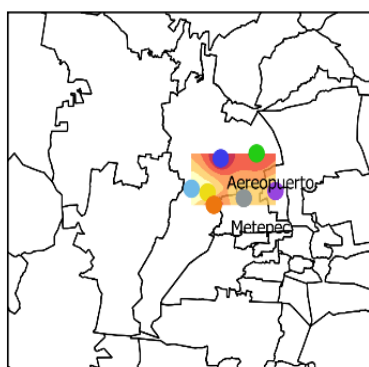
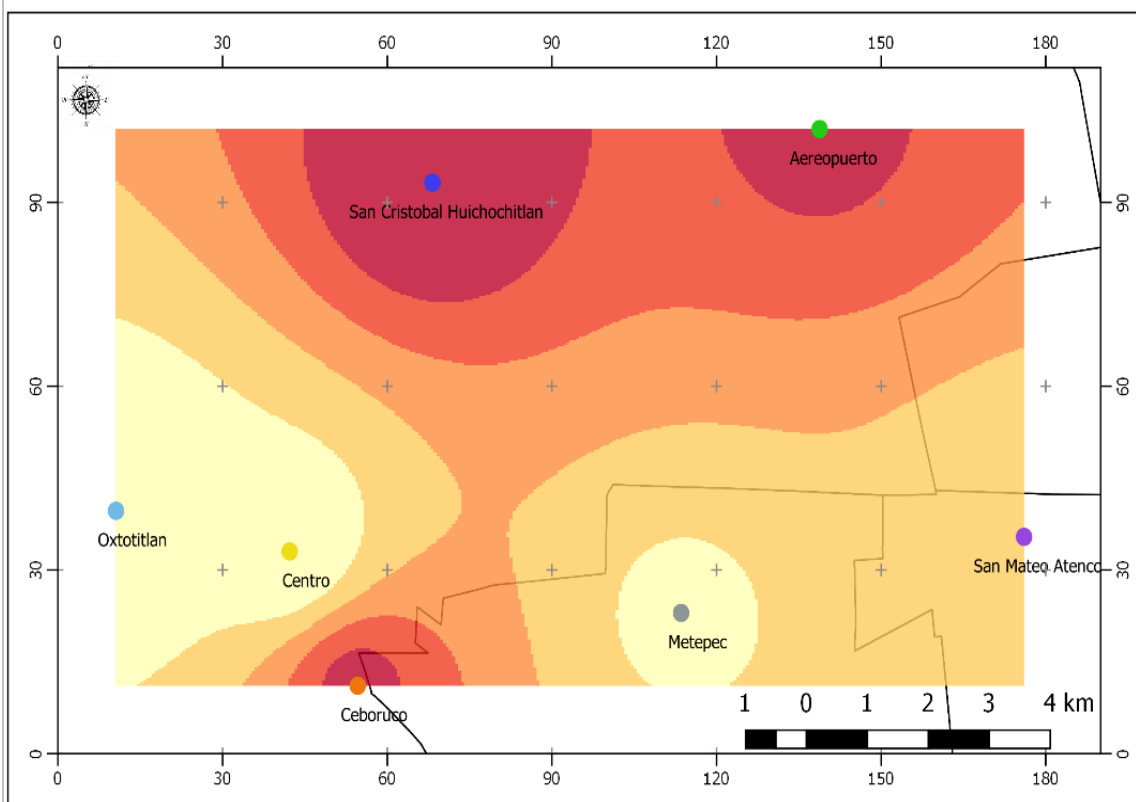
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

MAYO PM2.5 2015



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

JUNIO PM2.5 2015



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

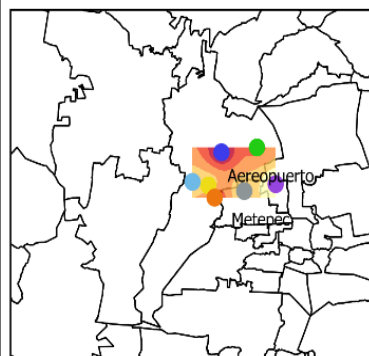
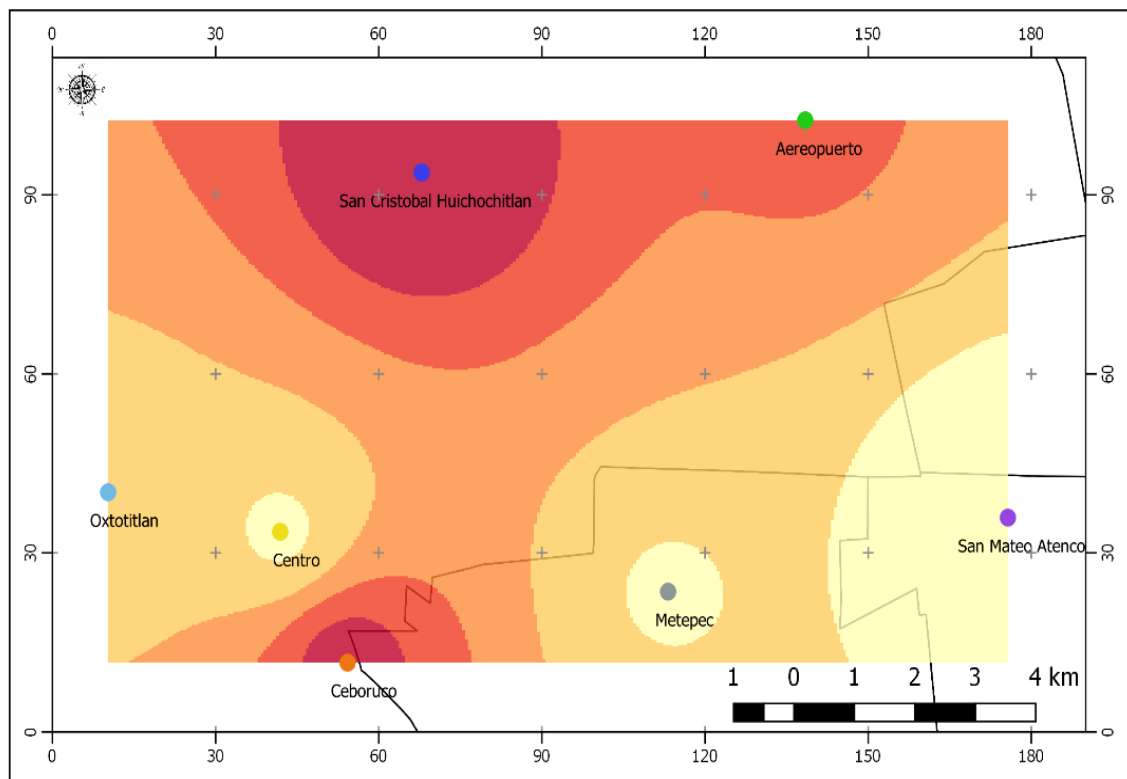
- Aeropuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlan
- San Cristobal Huichochitlan
- San Mateo Atenco

JUNIO

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Límite Municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

JULIO PM2.5 2015



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

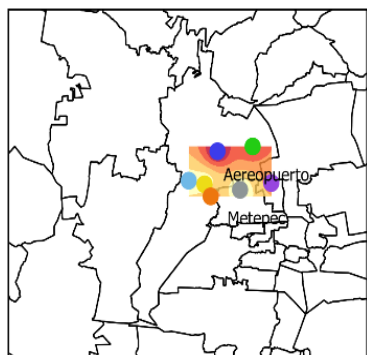
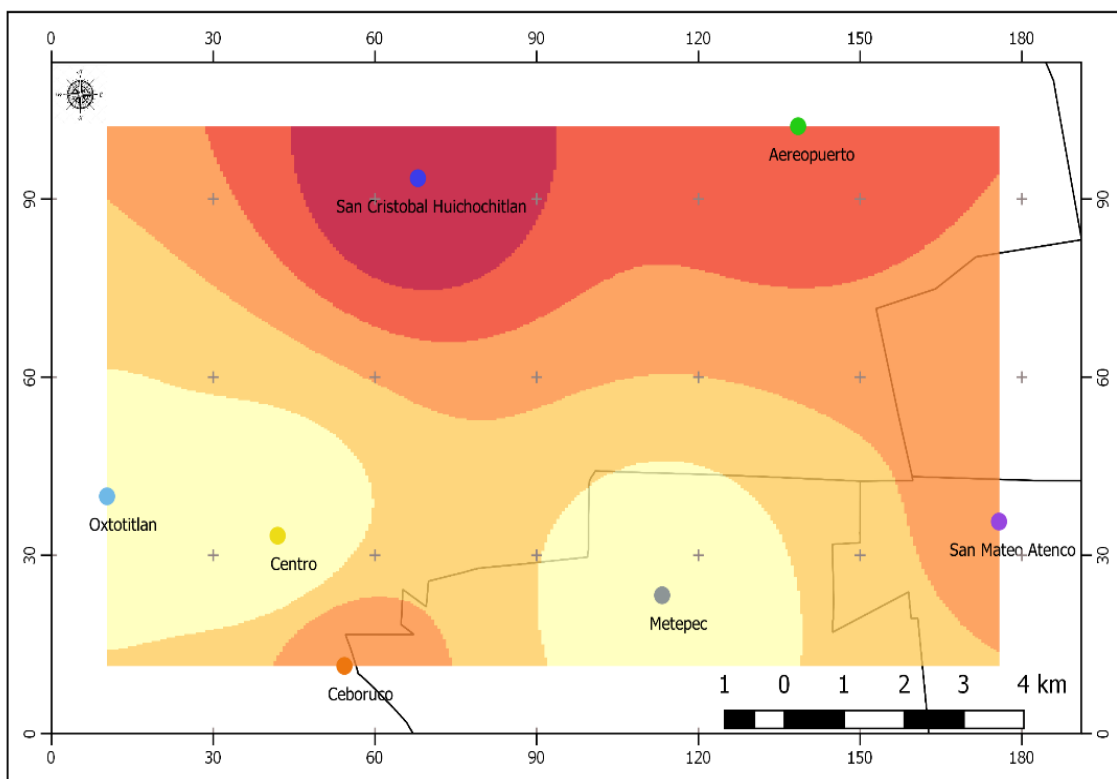
- Aeropuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlan
- San Cristobal Huichochitlan
- San Mateo Atenco

JULIO

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Límite Municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

AGOSTO PM2.5 2015



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

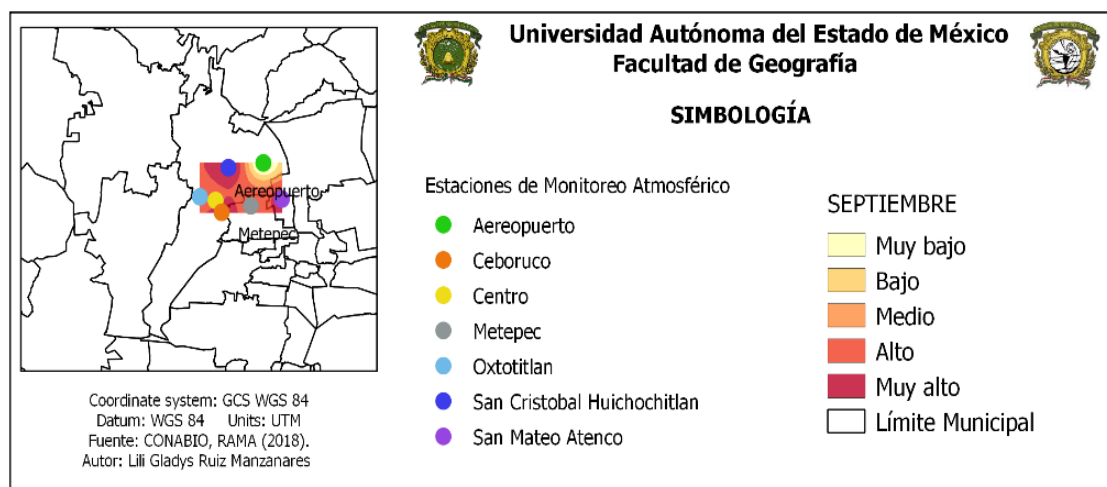
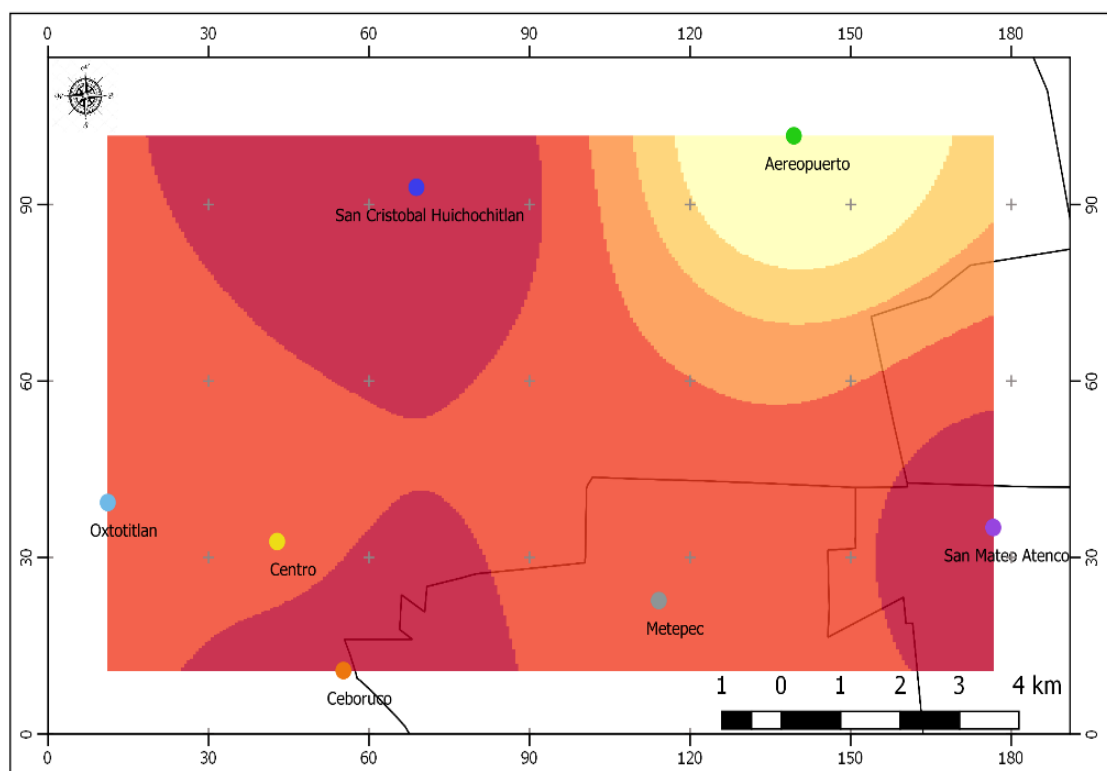
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlan
- San Cristobal Huichochitlan
- San Mateo Atenco

AGOSTO

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Límite Municipal

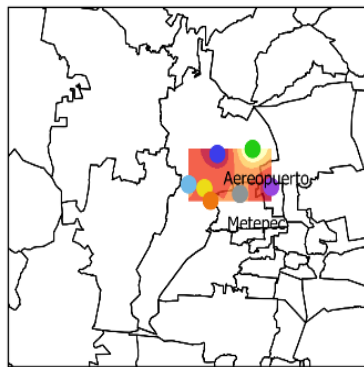
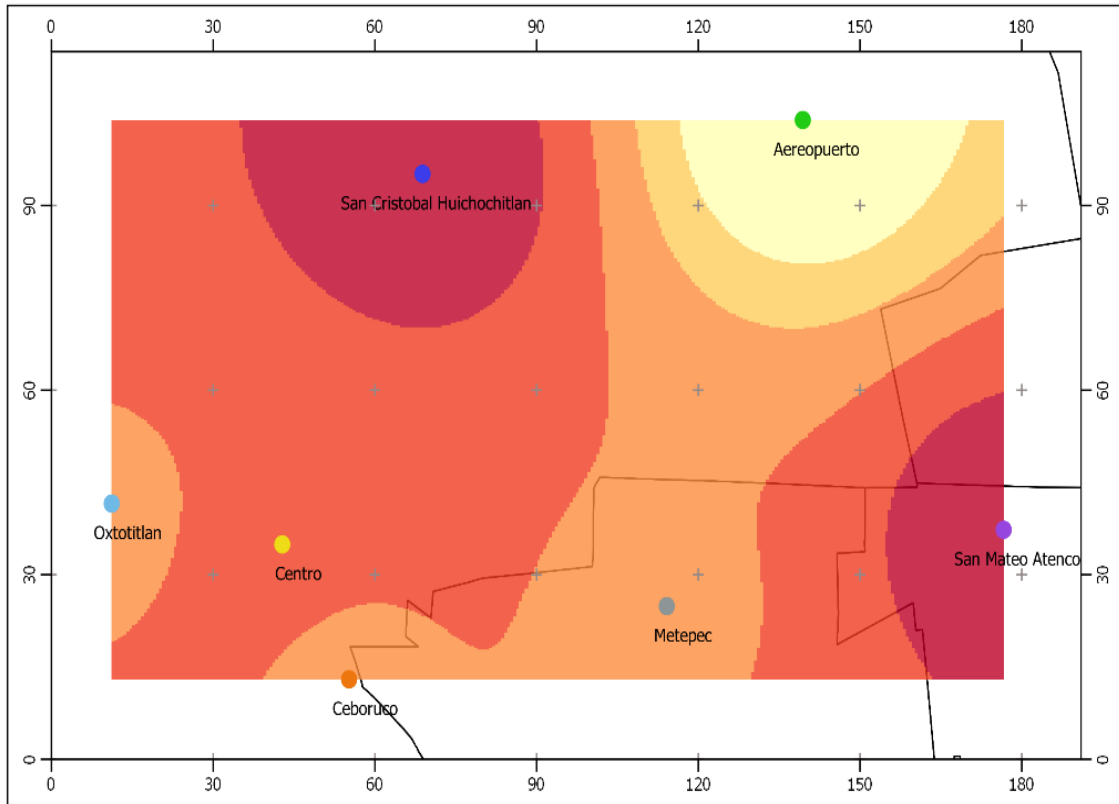
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

SEPTIEMBRE PM2.5 2015



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

OCTUBRE PM2.5 2015



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

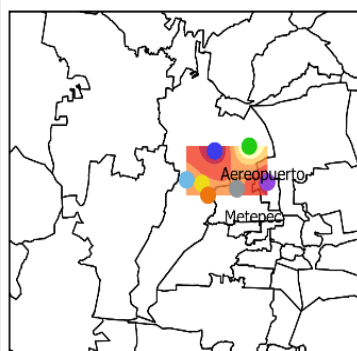
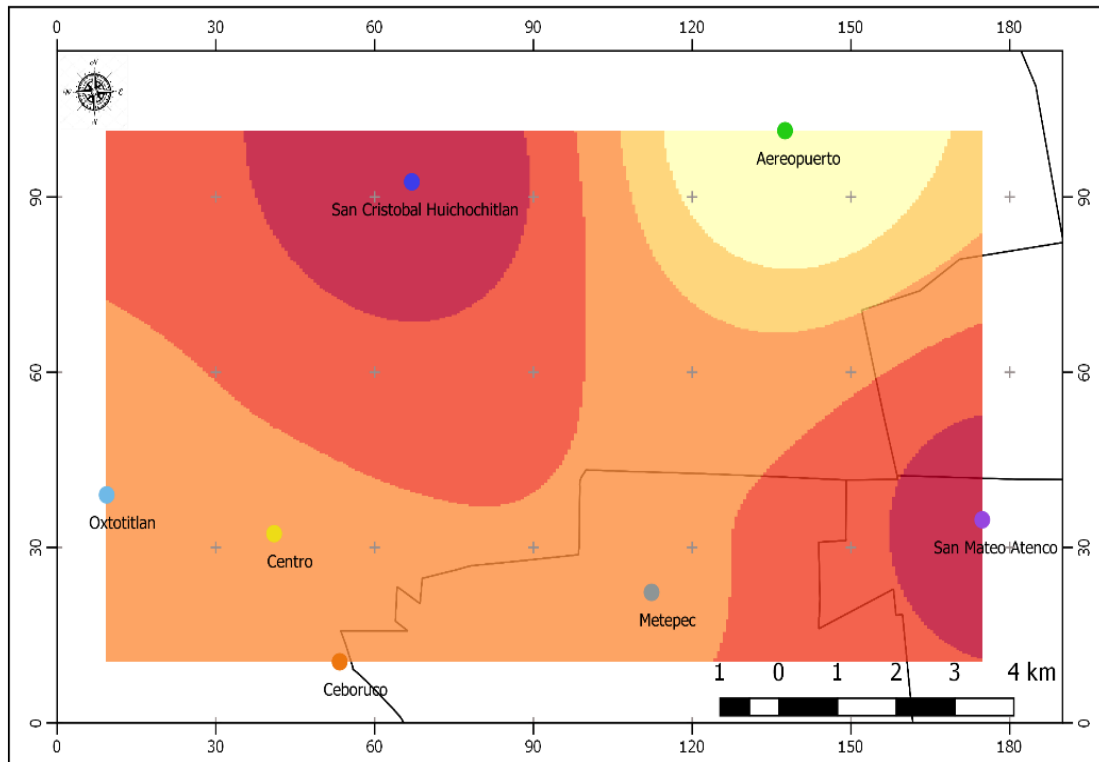
- Aeropuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlan
- San Cristobal Huichochitlan
- San Mateo Atenco

OCTUBRE

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Límite Municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

NOVIEMBRE PM2.5 2015



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estaciones de Monitoreo Atmosférico

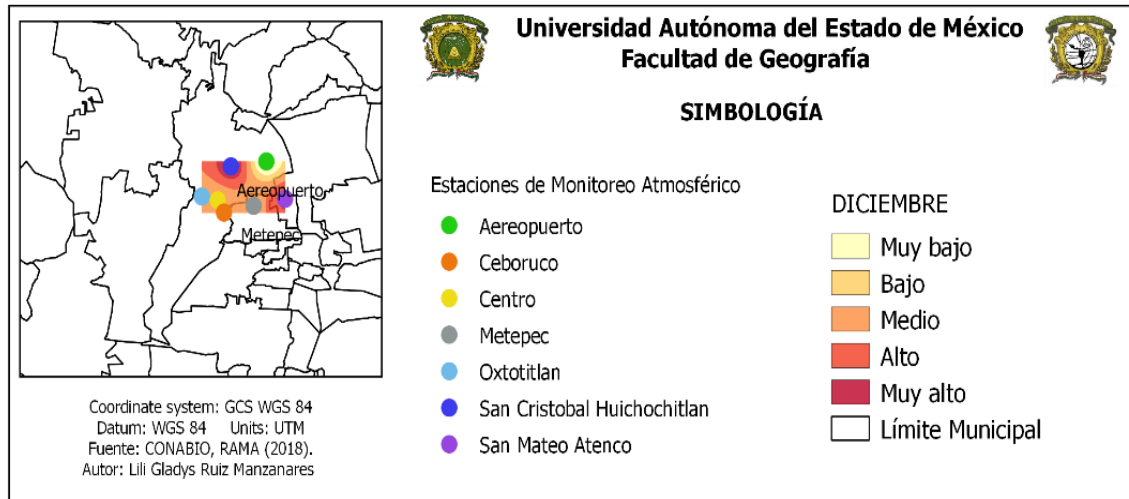
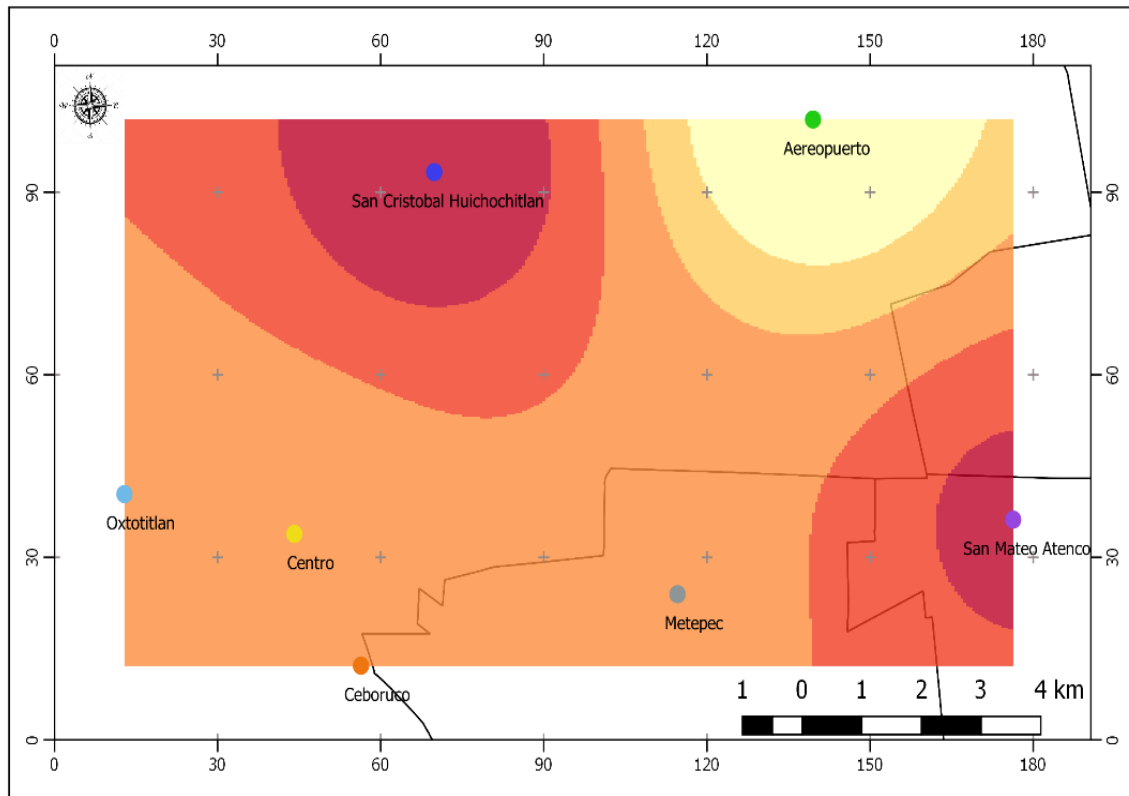
- Aeropuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlan
- San Cristobal Huichochitlan
- San Mateo Atenco

NOVIEMBRE

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Límite Municipal

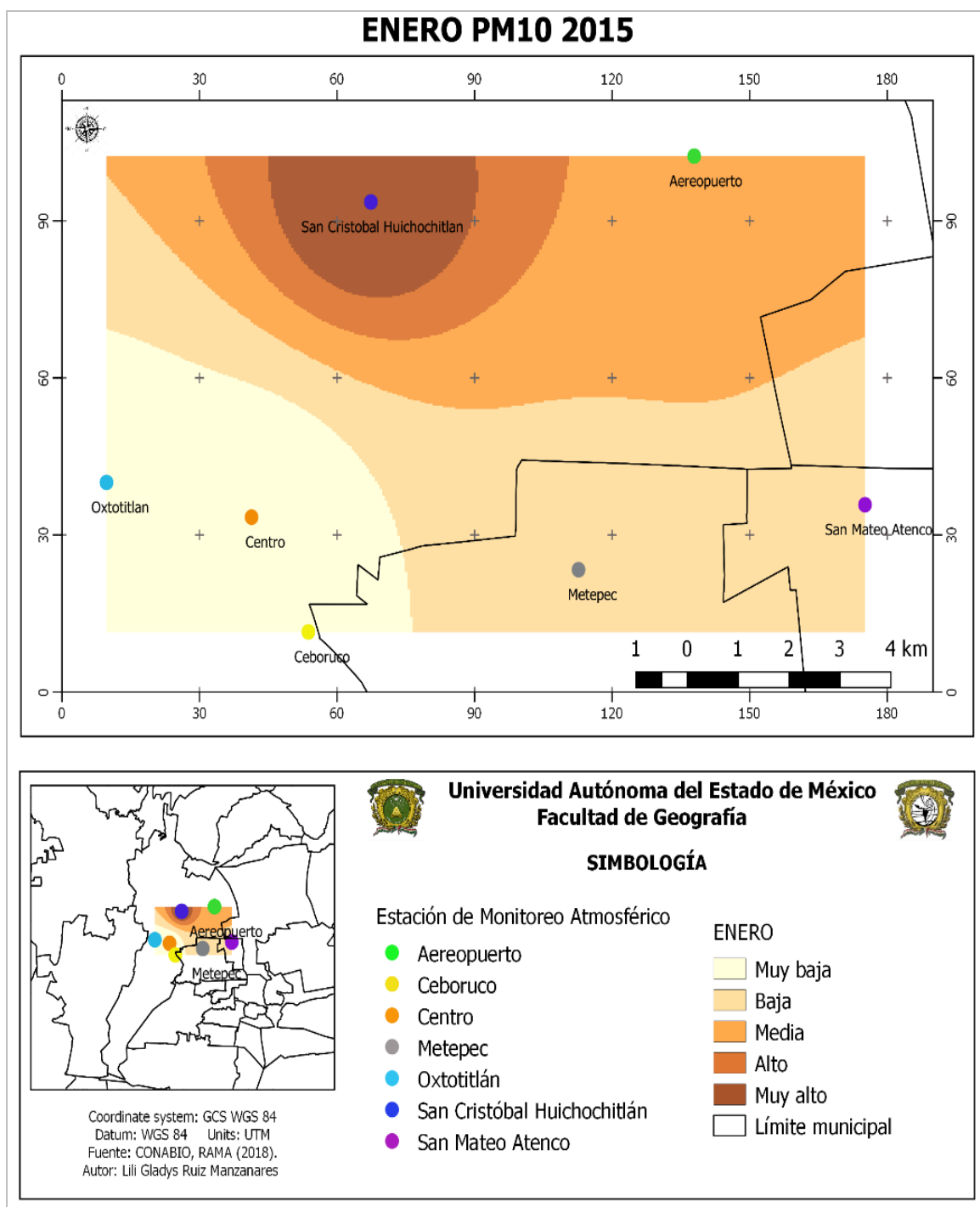
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

DICIEMBRE PM2.5 2015



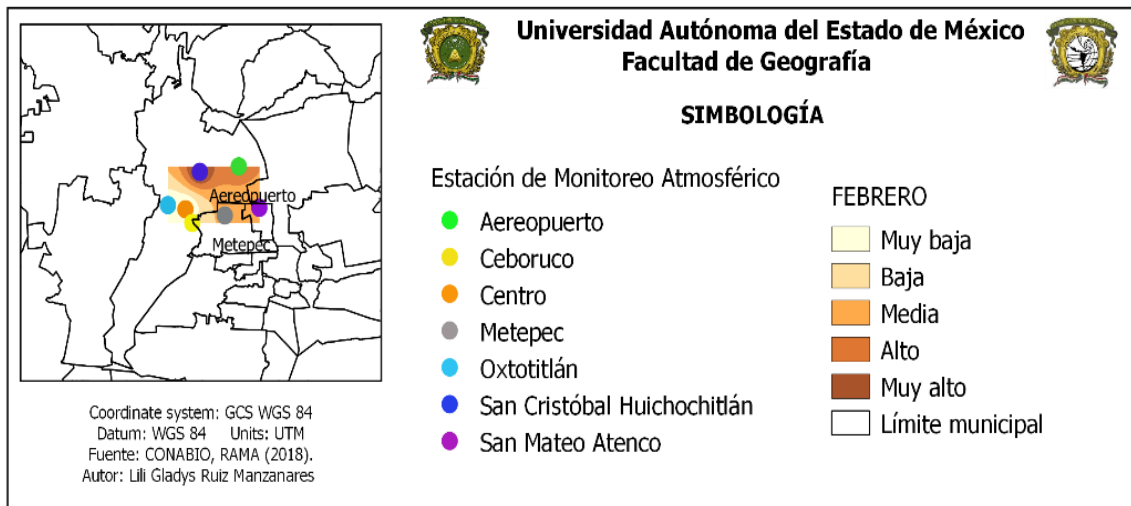
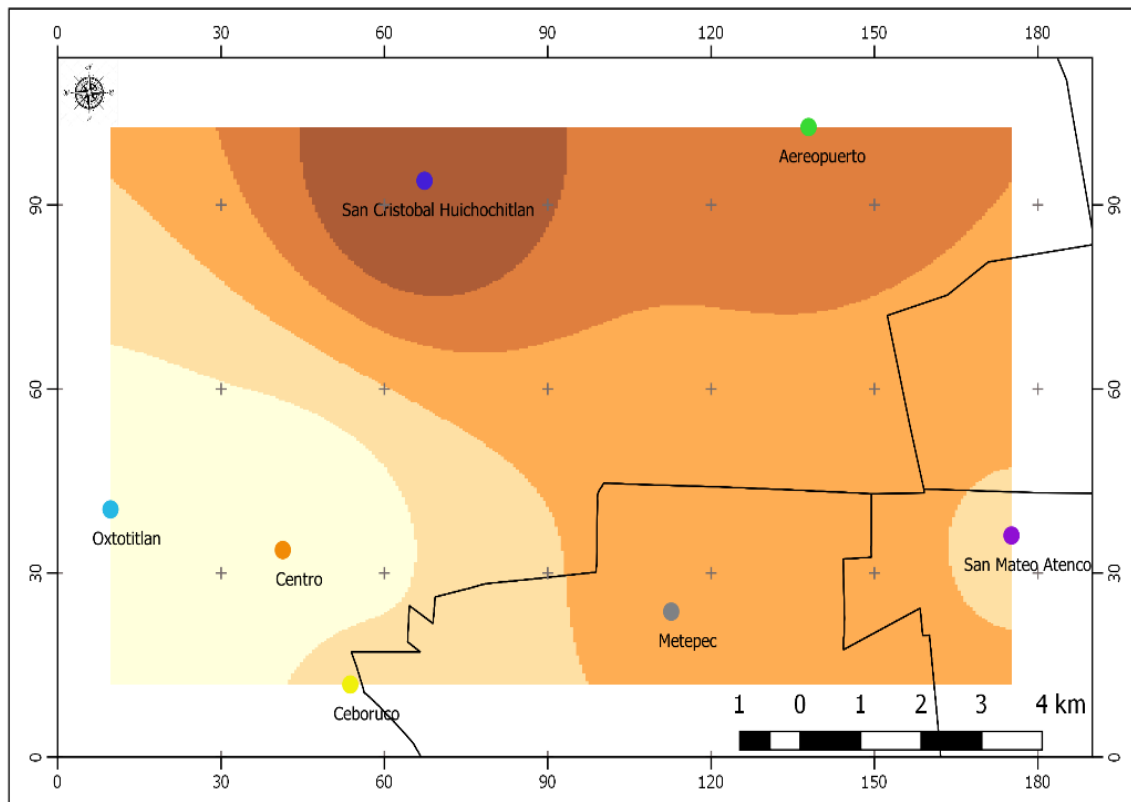
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Mapas de contaminantes PM₁₀ por mes año 2015



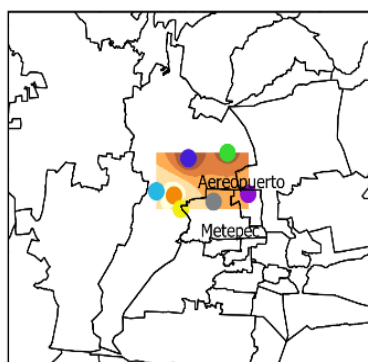
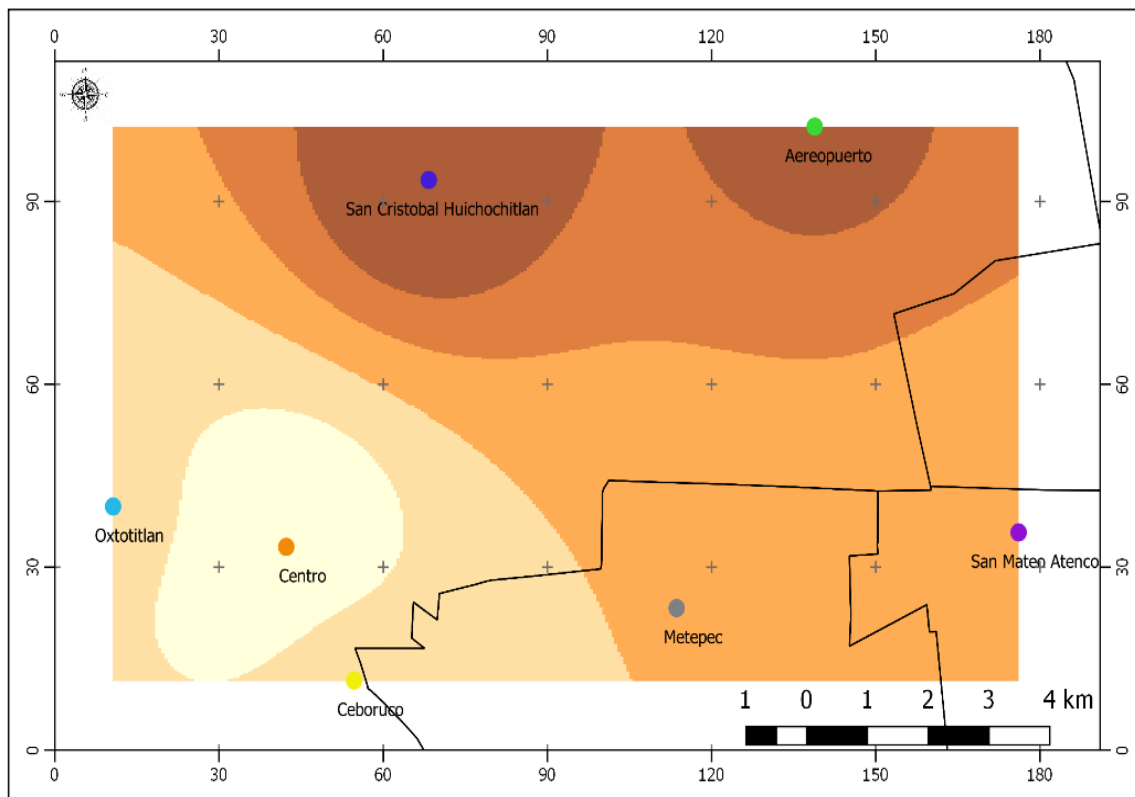
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

FEBRERO PM10 2015



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

MARZO PM10 2015



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estación de Monitoreo Atmosférico

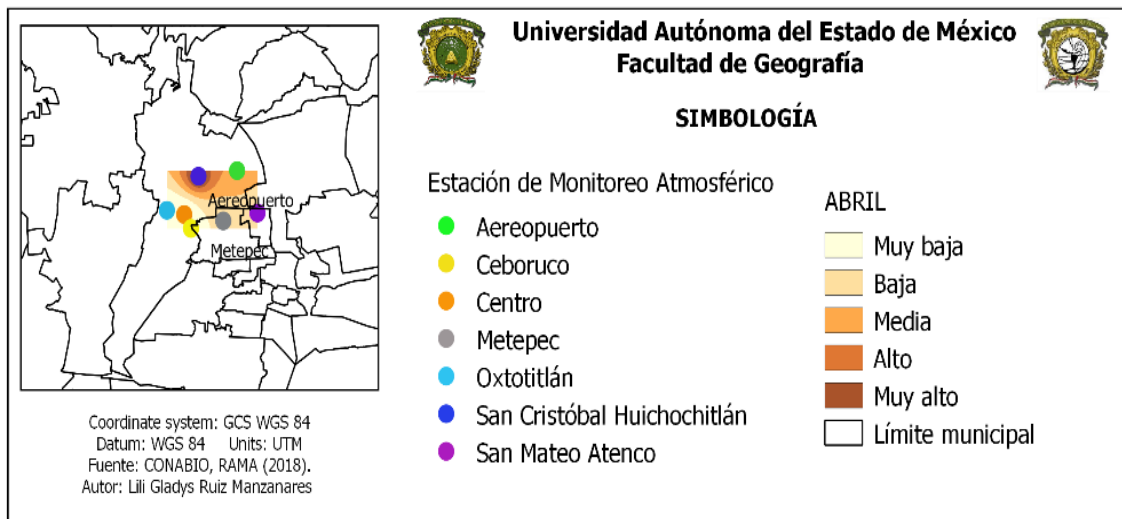
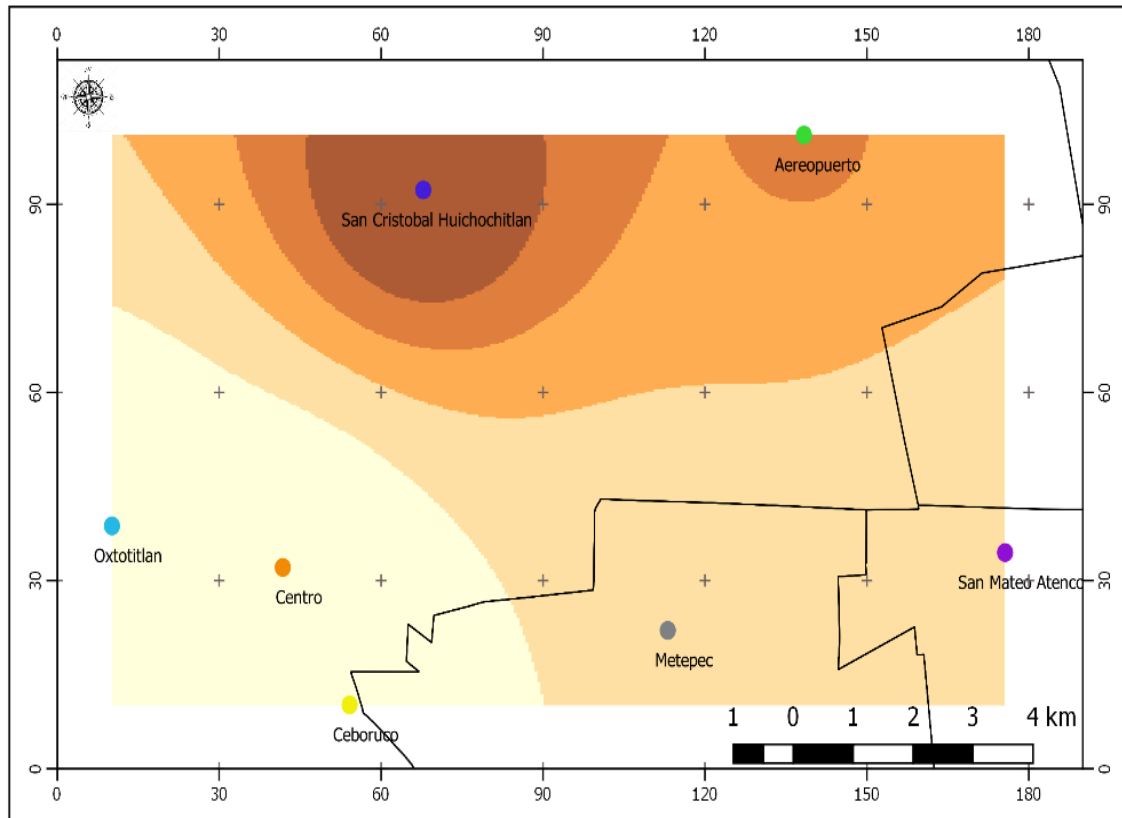
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

MARZO

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alto
- Muy alto
- Límite municipal

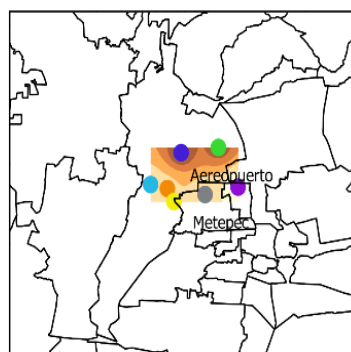
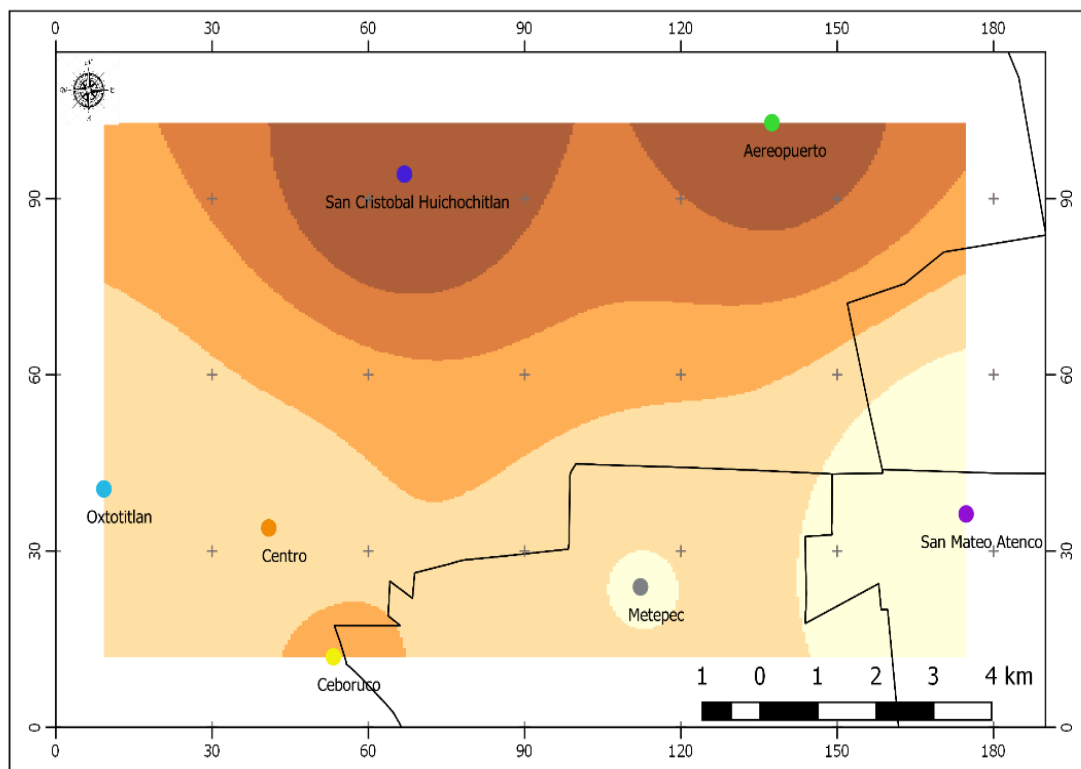
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

ABRIL PM10 2015



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

MAYO PM10 2015



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estación de Monitoreo Atmosférico

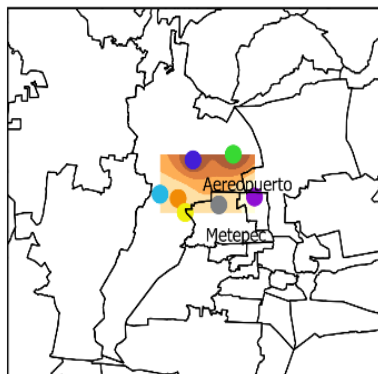
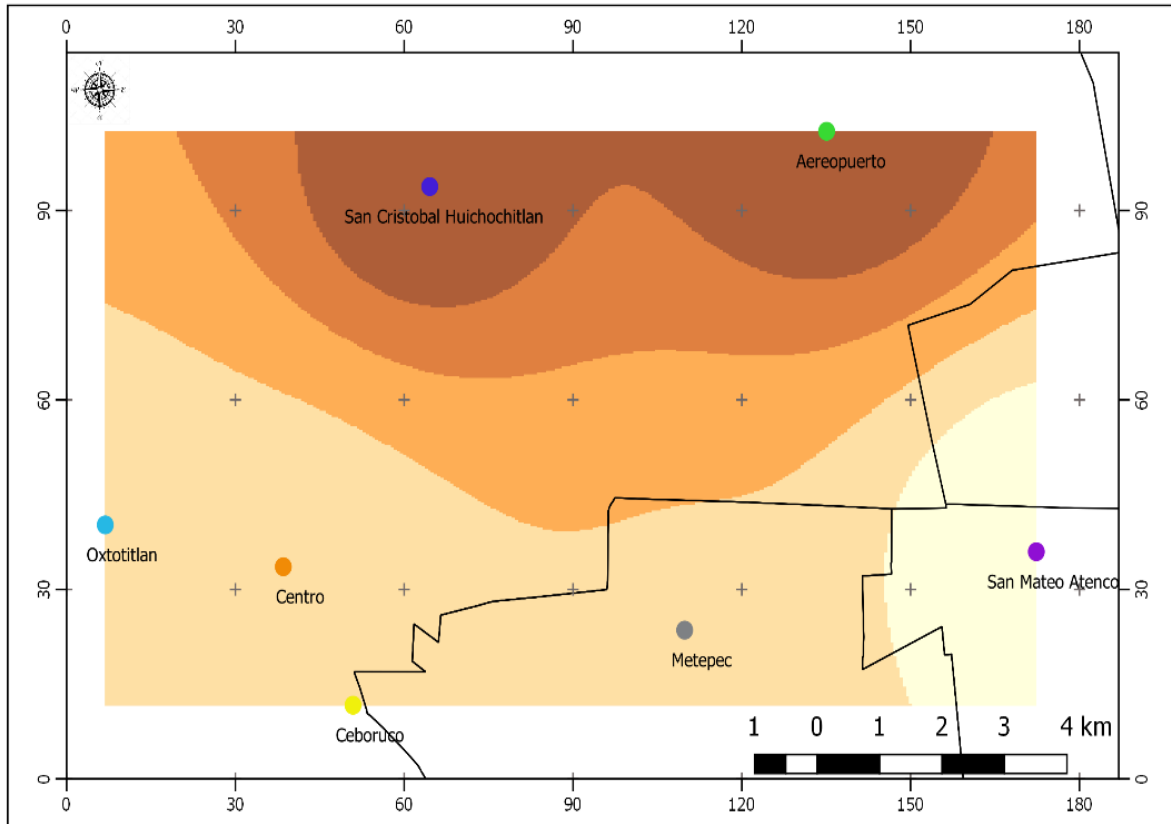
- Aeropuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

MAYO

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alto
- Muy alto
- Límite municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

JUNIO PM10 2015



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estación de Monitoreo Atmosférico

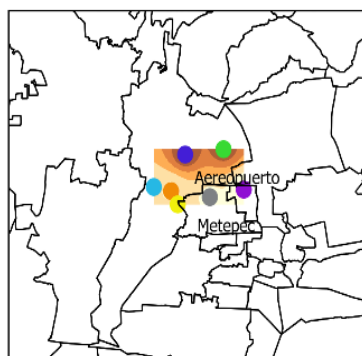
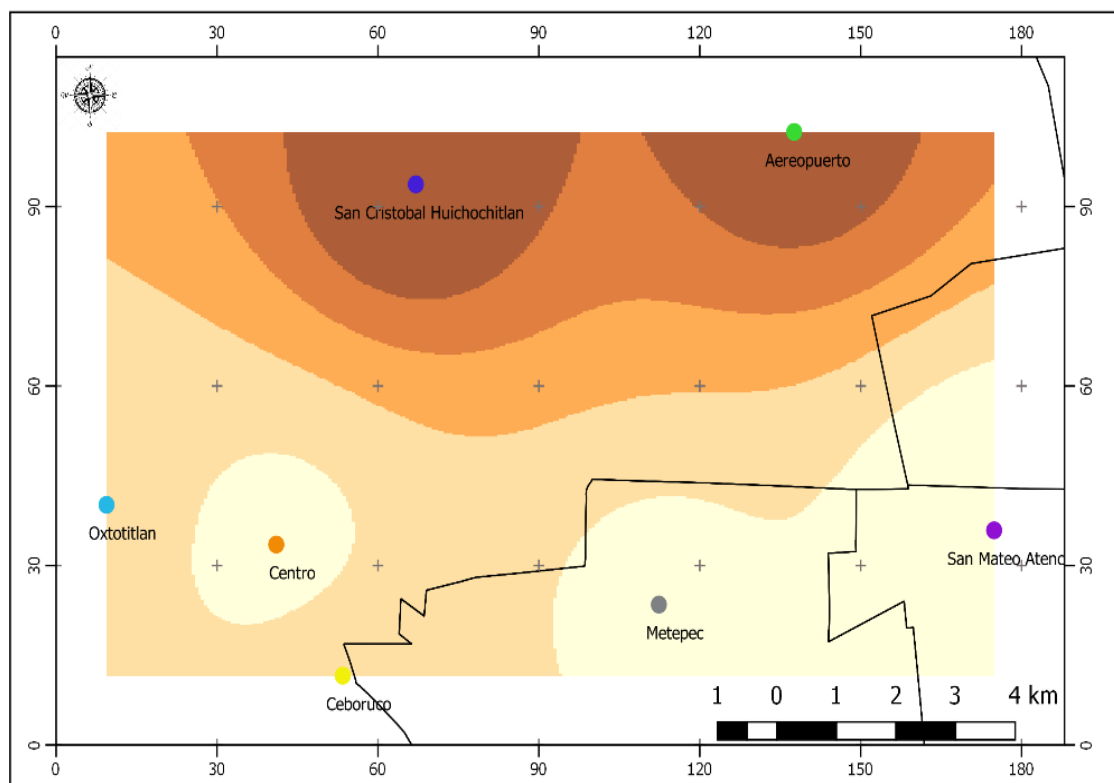
- Aeropuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

JUNIO

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alto
- Muy alto
- Límite municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

JULIO PM10 2015



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estación de Monitoreo Atmosférico

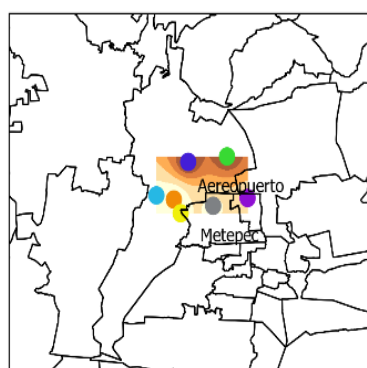
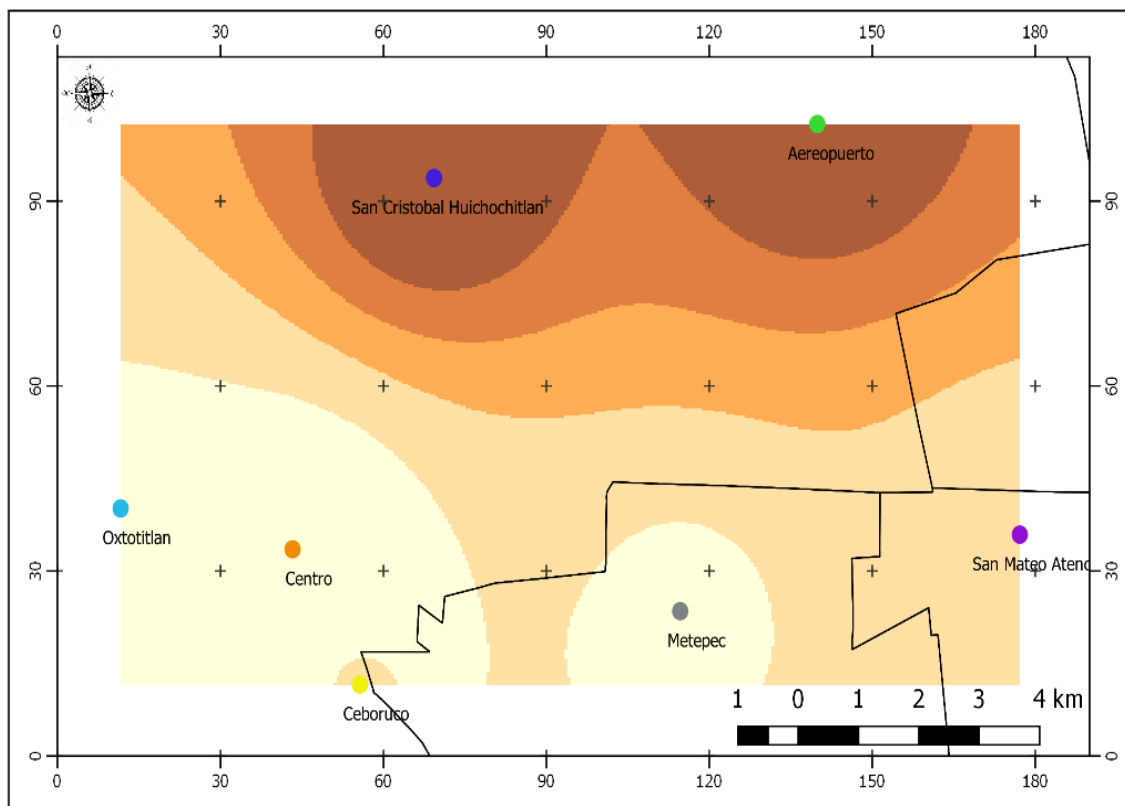
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

JULIO

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alto
- Muy alto
- Límite municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

AGOSTO PM10 2015



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estación de Monitoreo Atmosférico

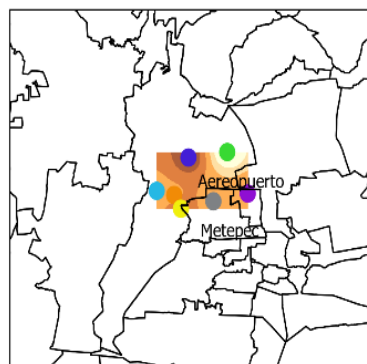
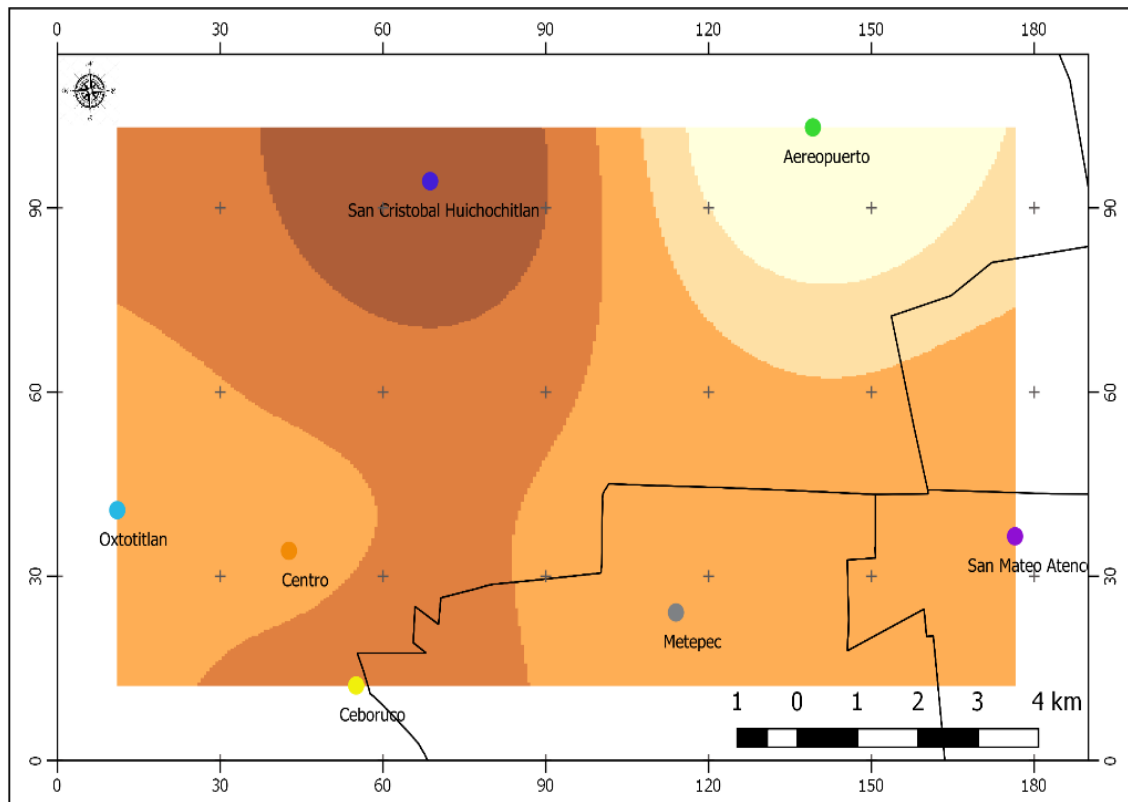
- Aeropuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

AGOSTO

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alto
- Muy alto
- Límite municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

SEPTIEMBRE PM10 2015



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estación de Monitoreo Atmosférico

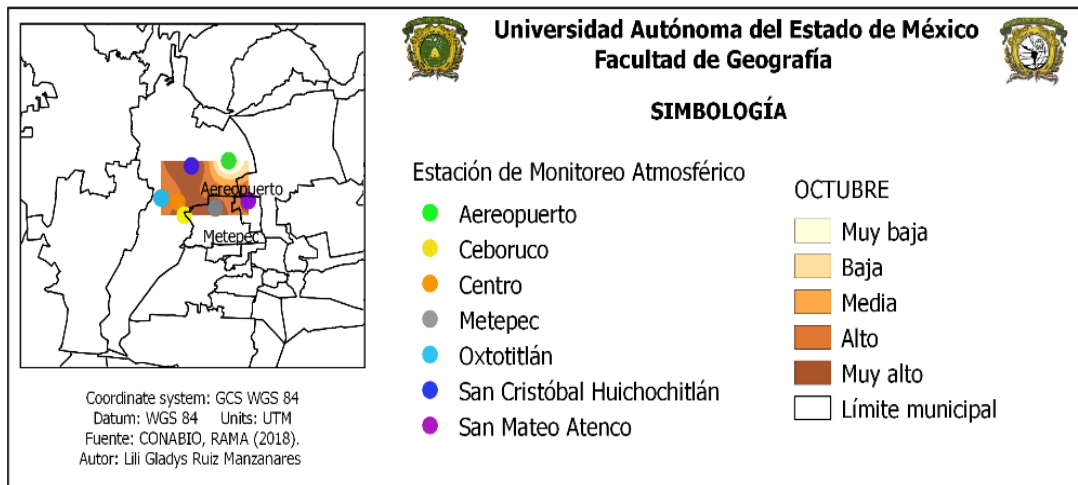
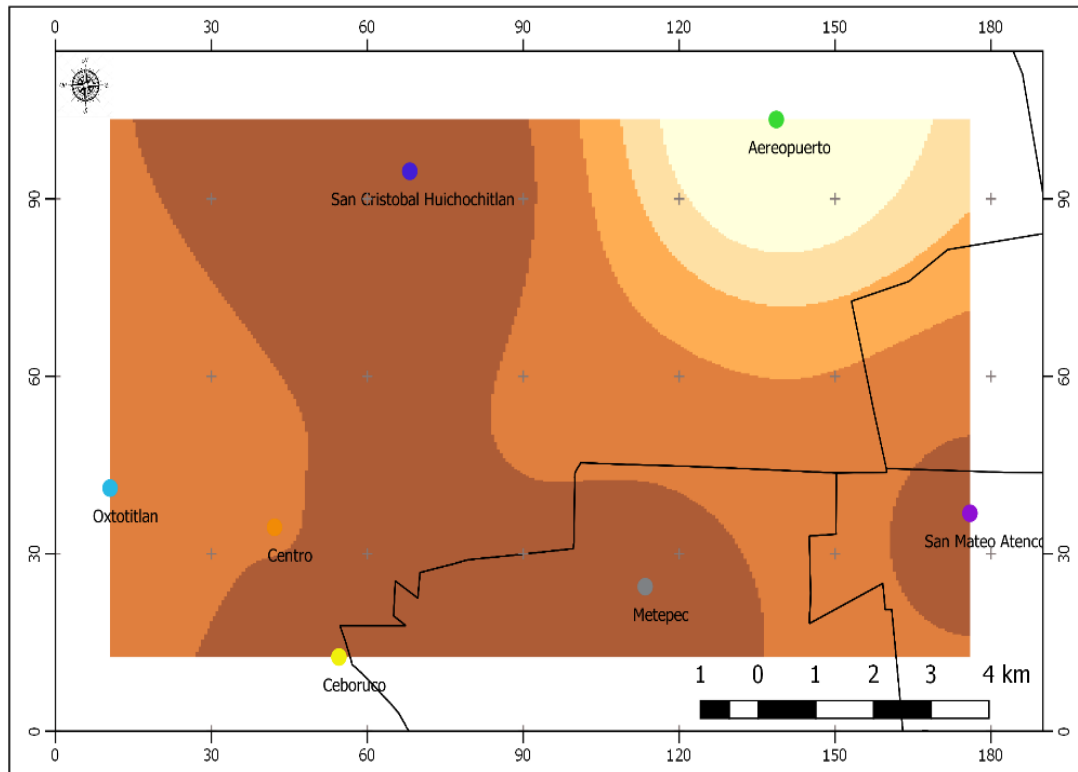
- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

SEPTIEMBRE

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alto
- Muy alto
- Límite municipal

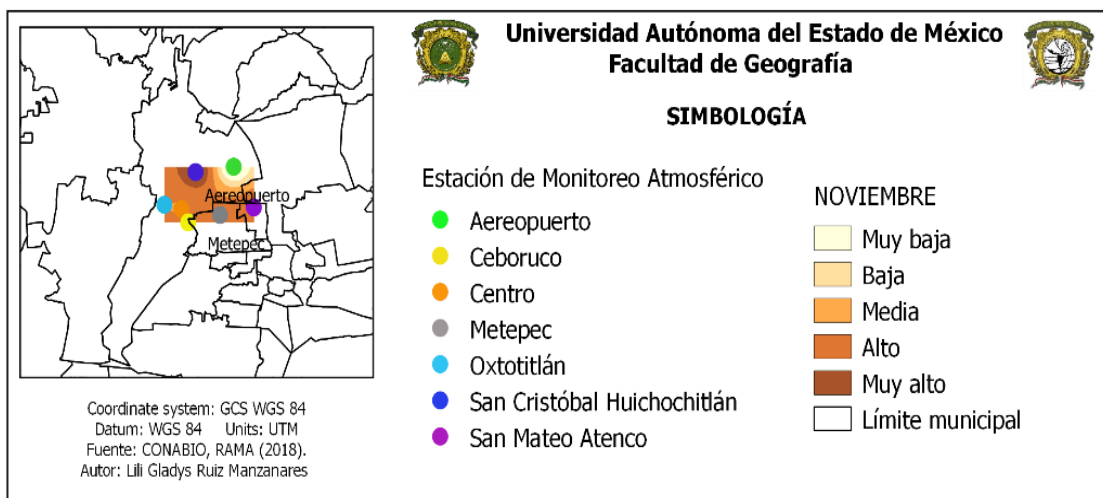
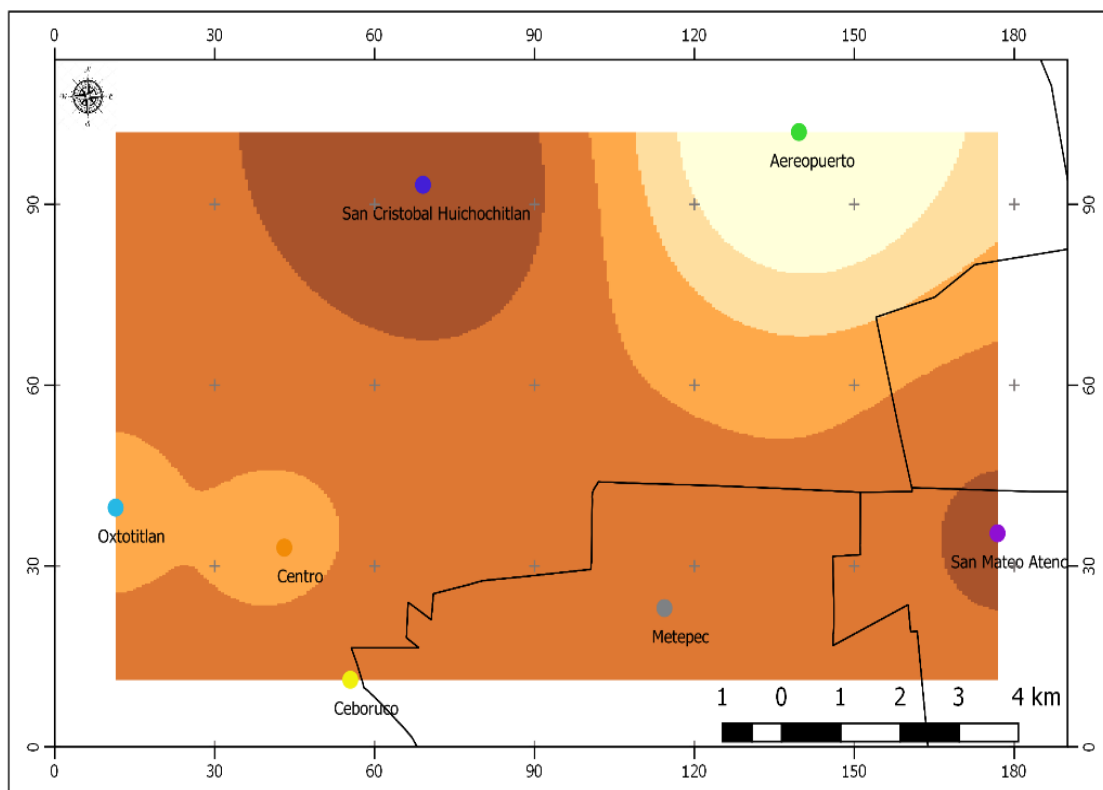
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

OCTUBRE PM10 2015



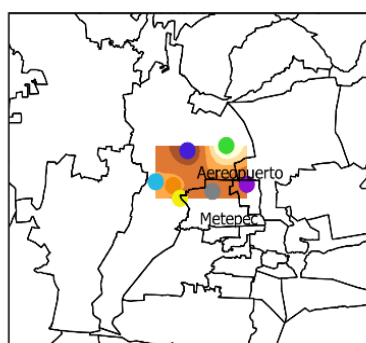
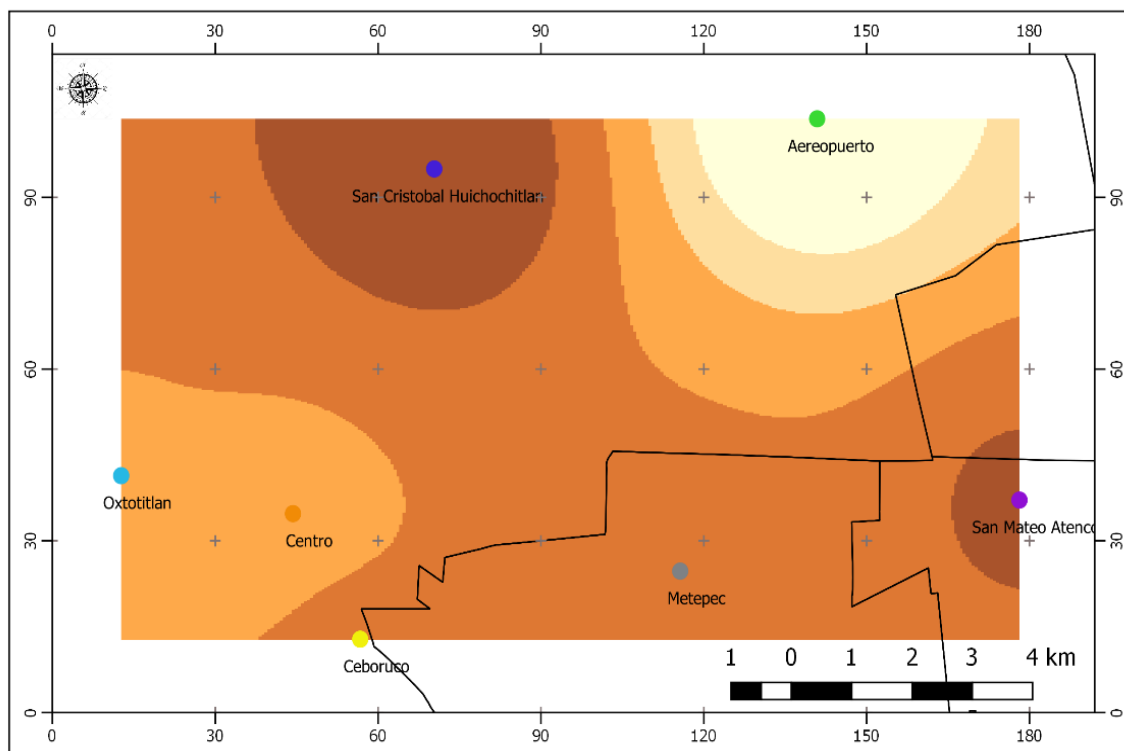
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

NOVIEMBRE PM10 2015



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

DICIEMBRE PM10 2015



Coordinate system: GCS WGS 84
Datum: WGS 84 Units: UTM
Fuente: CONABIO, RAMA (2018).
Autor: Lili Gladys Ruiz Manzanares



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



SIMBOLOGÍA

Estación de Monitoreo Atmosférico

- Aereopuerto
- Ceboruco
- Centro
- Metepec
- Oxtotitlán
- San Cristóbal Huichochitlán
- San Mateo Atenco

DICIEMBRE

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alto
- Muy alto
- Límite municipal

Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

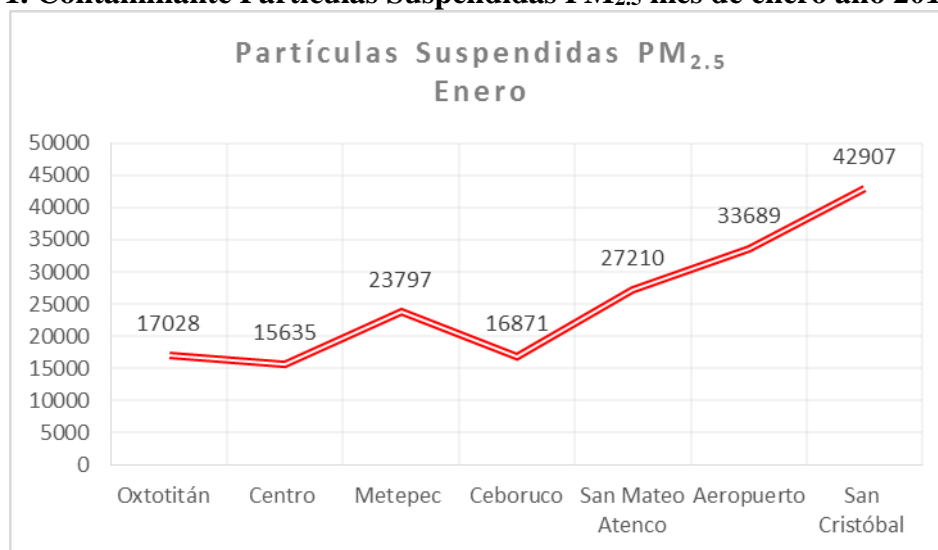
ANEXO

V

Anexo

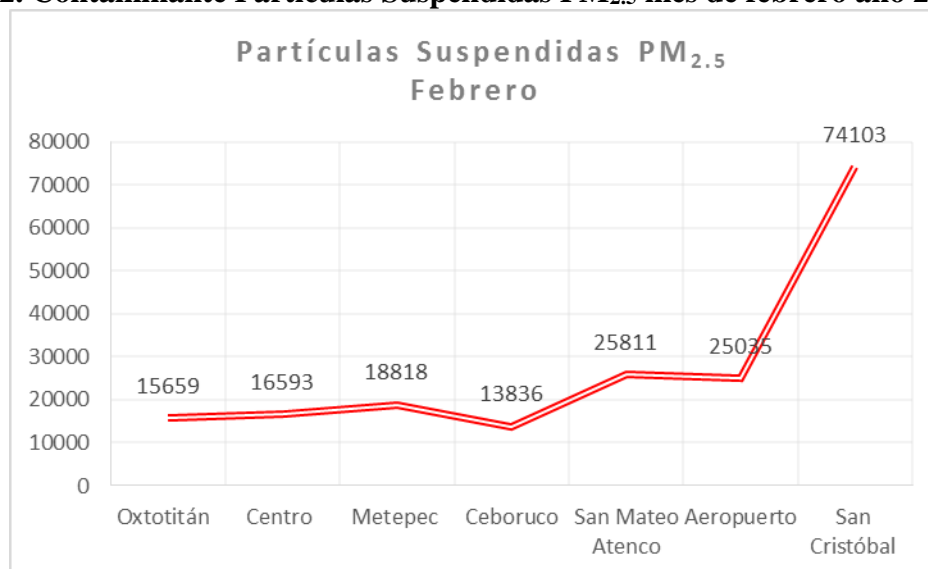
Gráficas del Contaminante Partículas Suspensas PM_{2.5} por mes año 2011

Gráfica 1. Contaminante Partículas Suspensas PM_{2.5} mes de enero año 2011



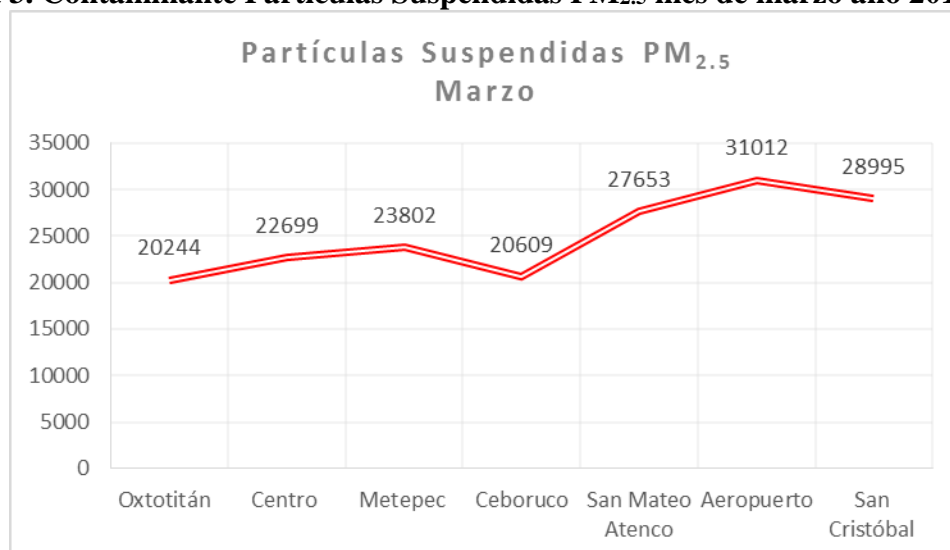
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 2. Contaminante Partículas Suspensas PM_{2.5} mes de febrero año 2011



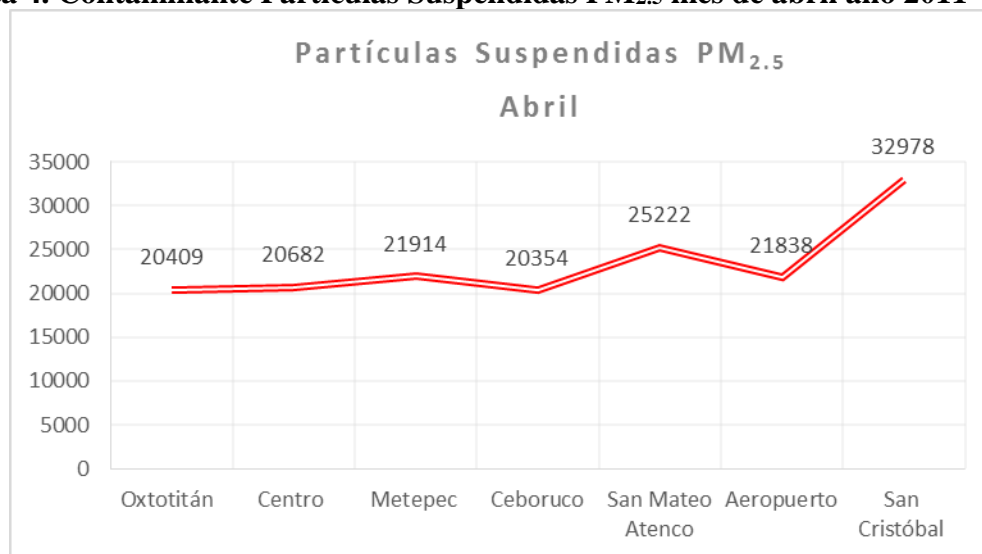
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 3. Contaminante Partículas Suspensas PM_{2.5} mes de marzo año 2011



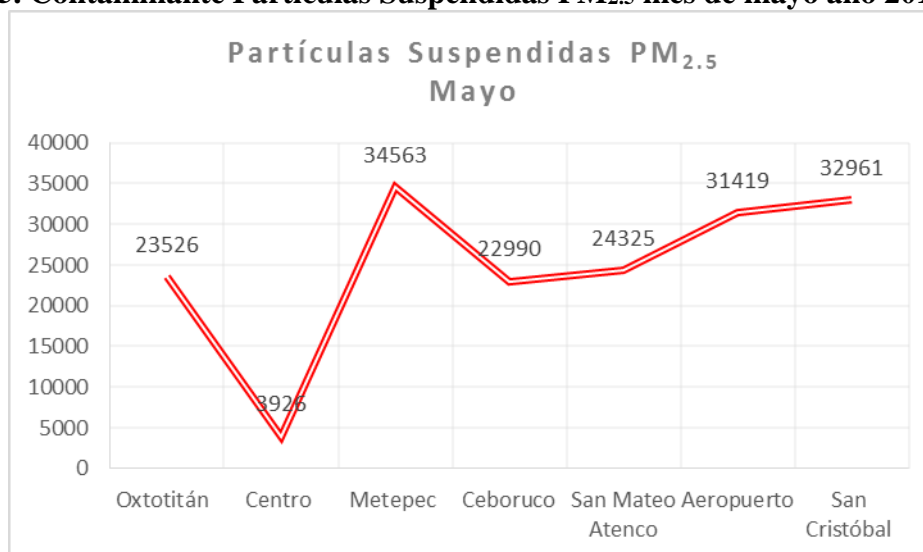
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 4. Contaminante Partículas Suspensas PM_{2.5} mes de abril año 2011



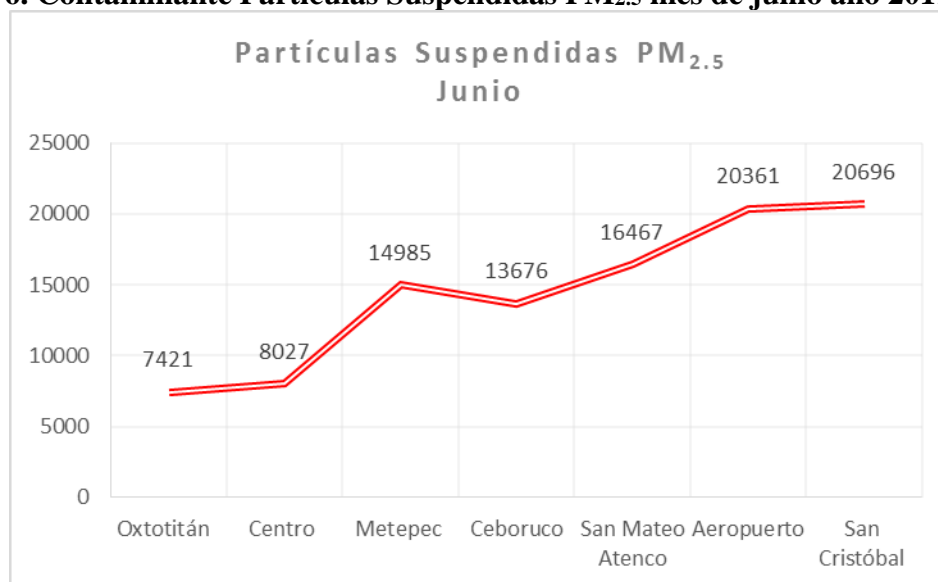
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 5. Contaminante Partículas Suspendidas PM_{2.5} mes de mayo año 2011



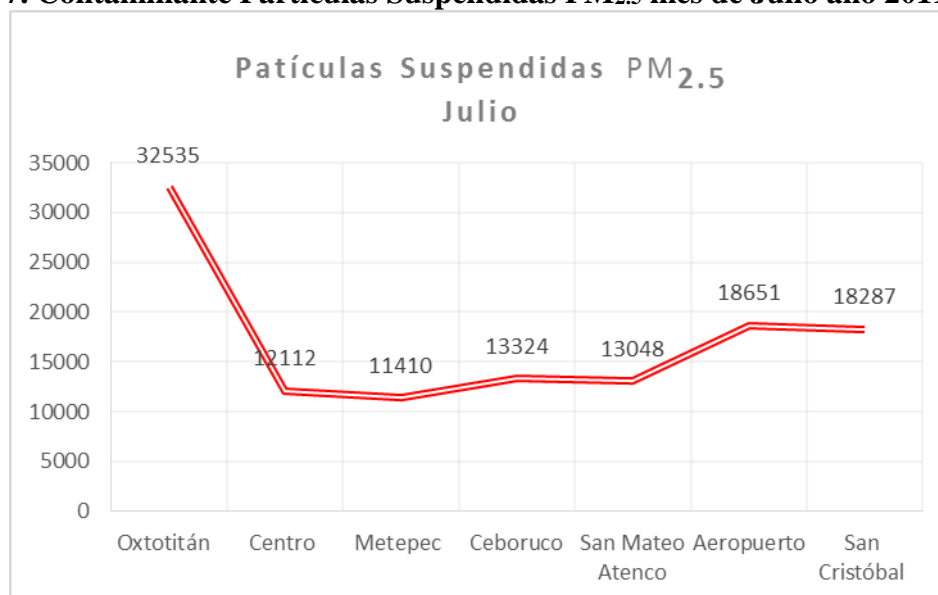
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 6. Contaminante Partículas Suspendidas PM_{2.5} mes de junio año 2011



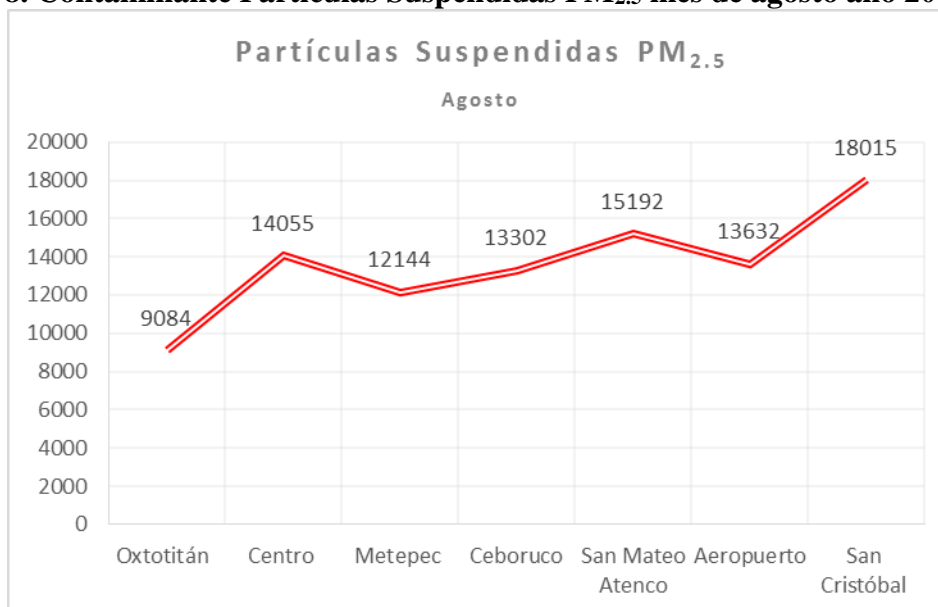
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 7. Contaminante Partículas Suspensas PM_{2.5} mes de Julio año 2011



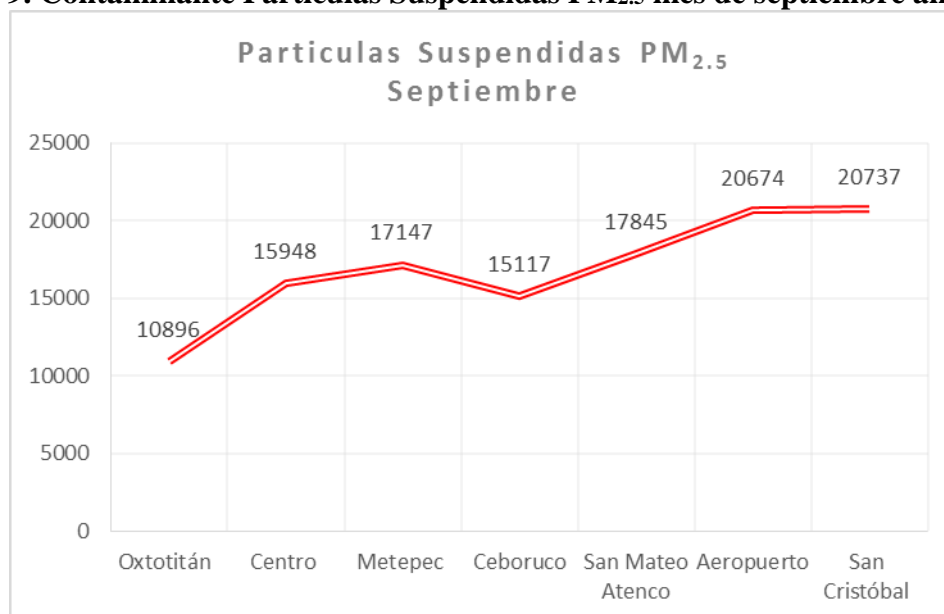
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 8. Contaminante Partículas Suspensas PM_{2.5} mes de agosto año 2011



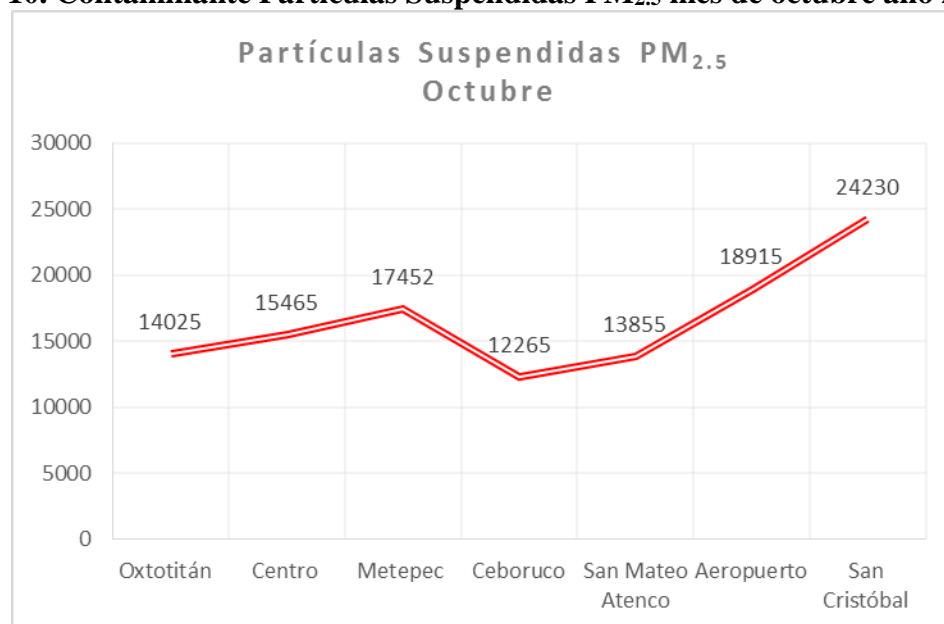
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 9. Contaminante Partículas Suspensas PM_{2.5} mes de septiembre año 2011



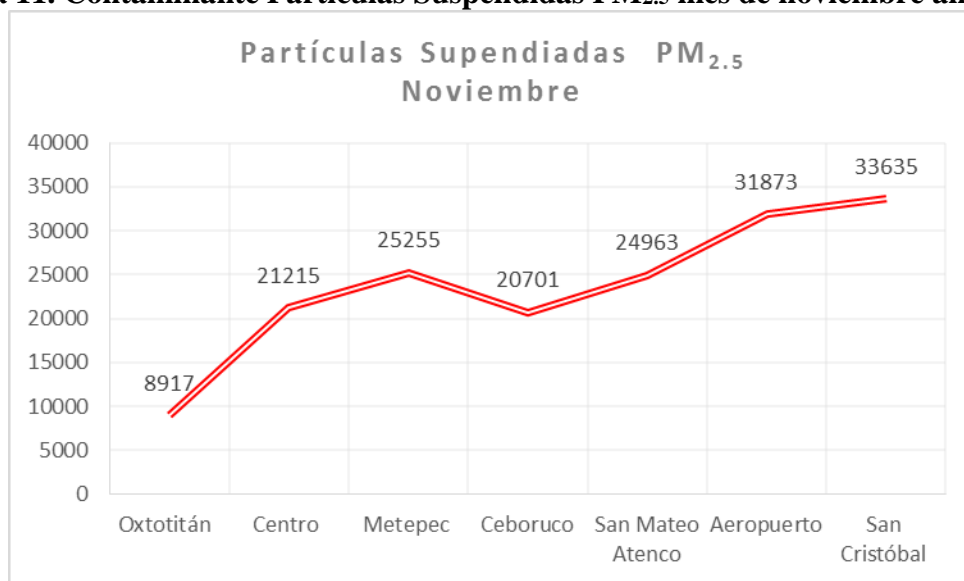
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 10. Contaminante Partículas Suspensas PM_{2.5} mes de octubre año 2011



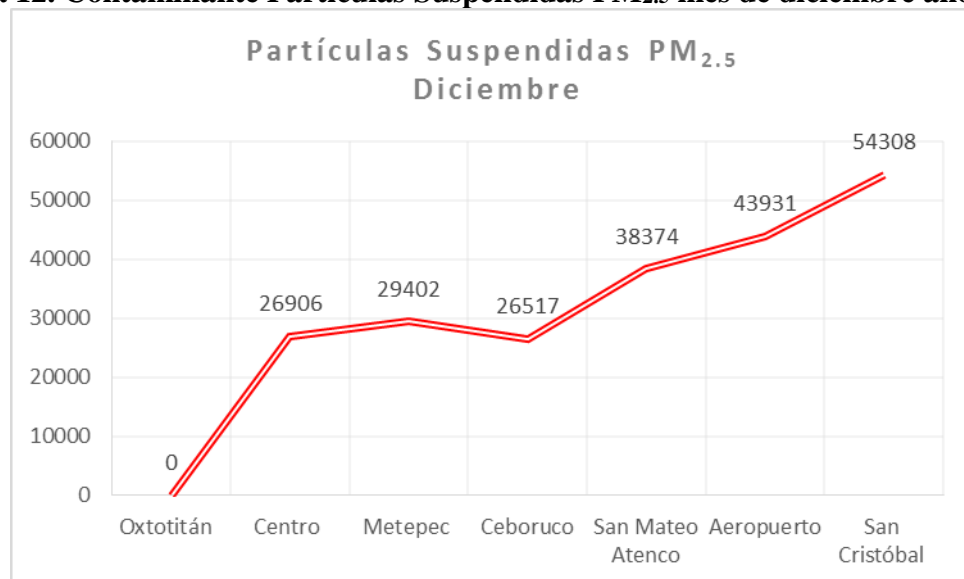
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 11. Contaminante Partículas Suspensas PM_{2.5} mes de noviembre año 2011



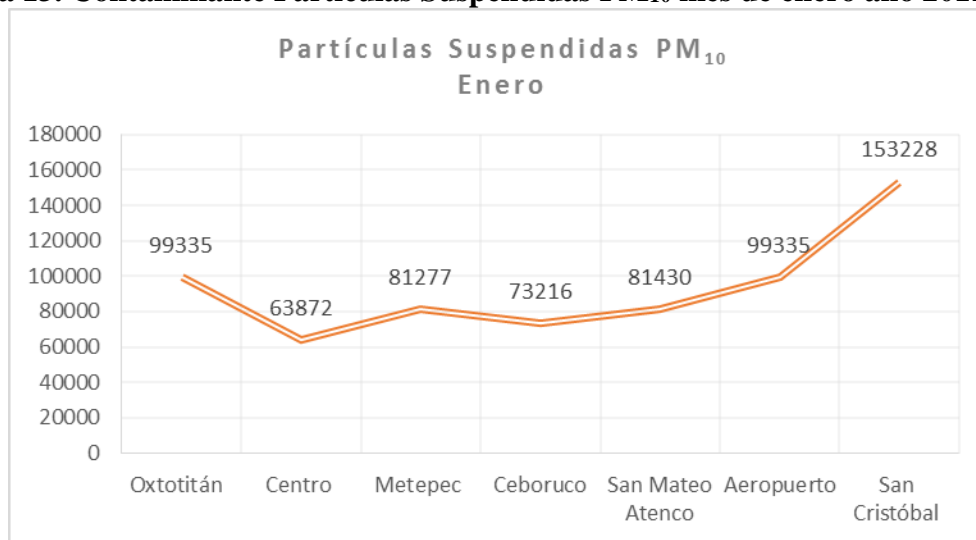
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 12. Contaminante Partículas Suspensas PM_{2.5} mes de diciembre año 2011



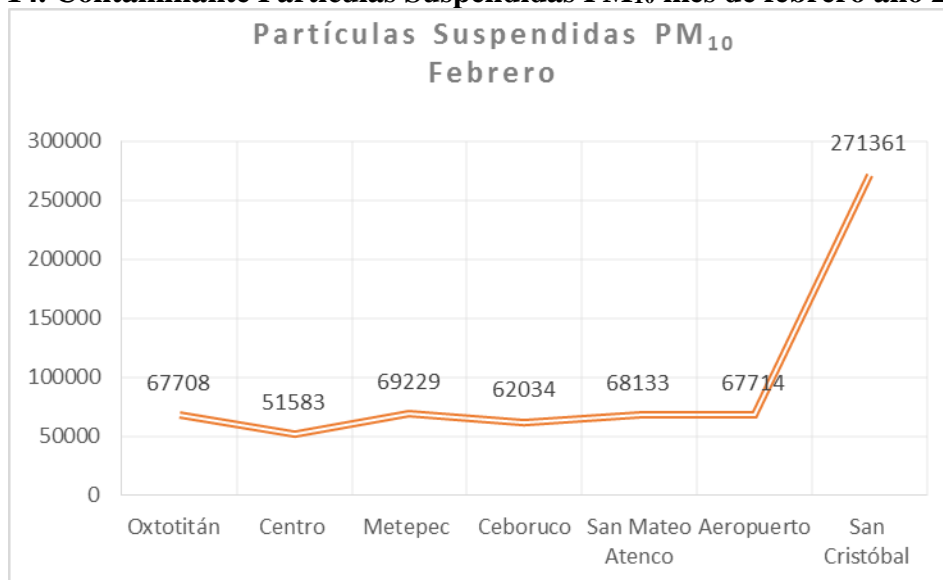
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 13. Contaminante Partículas Suspendidas PM₁₀ mes de enero año 2011



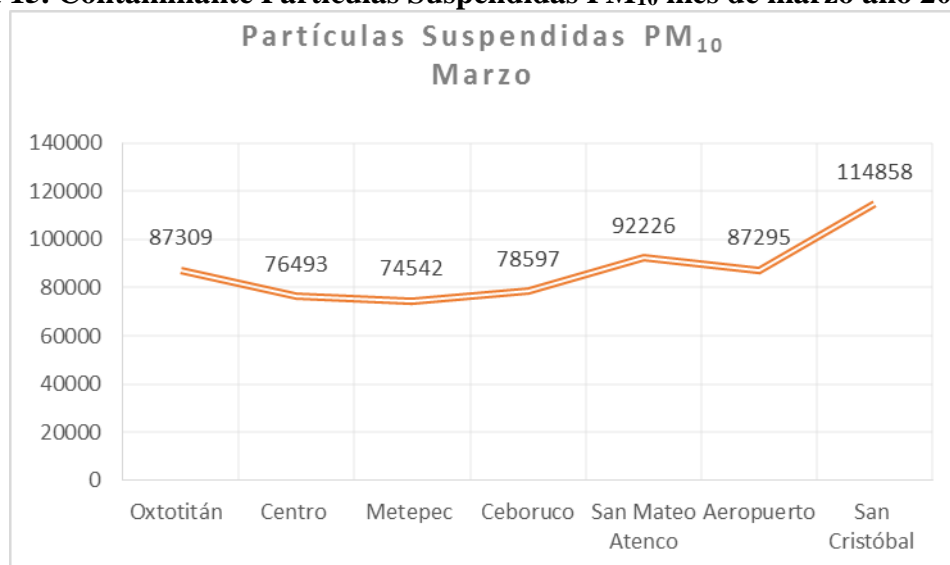
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 14. Contaminante Partículas Suspendidas PM₁₀ mes de febrero año 2011



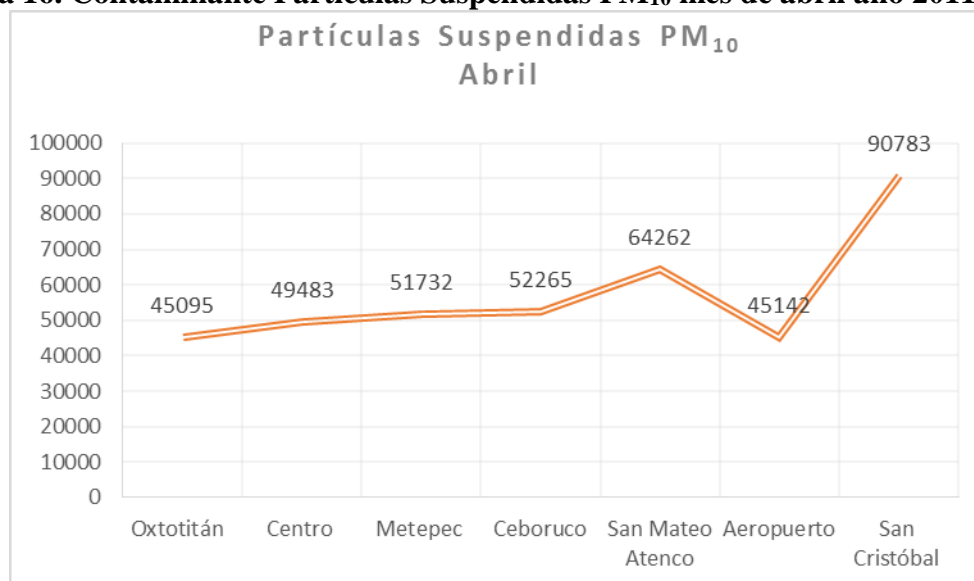
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 15. Contaminante Partículas Suspensas PM₁₀ mes de marzo año 2011



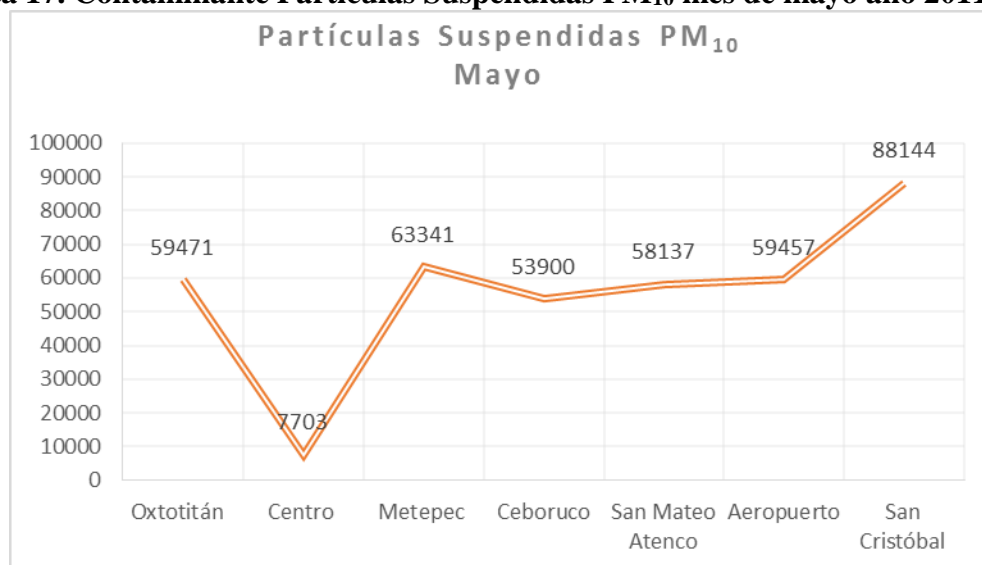
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 16. Contaminante Partículas Suspensas PM₁₀ mes de abril año 2011



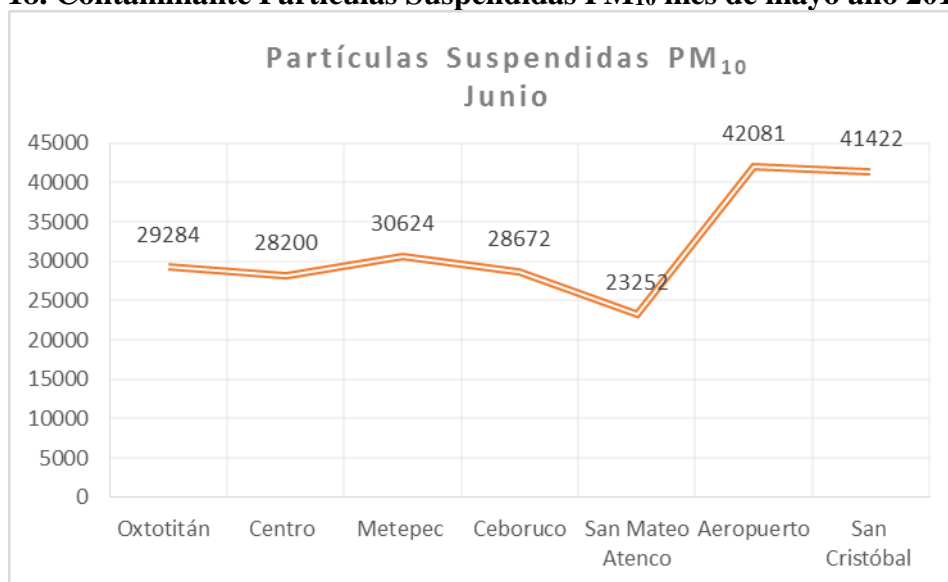
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 17. Contaminante Partículas Suspendidas PM₁₀ mes de mayo año 2011



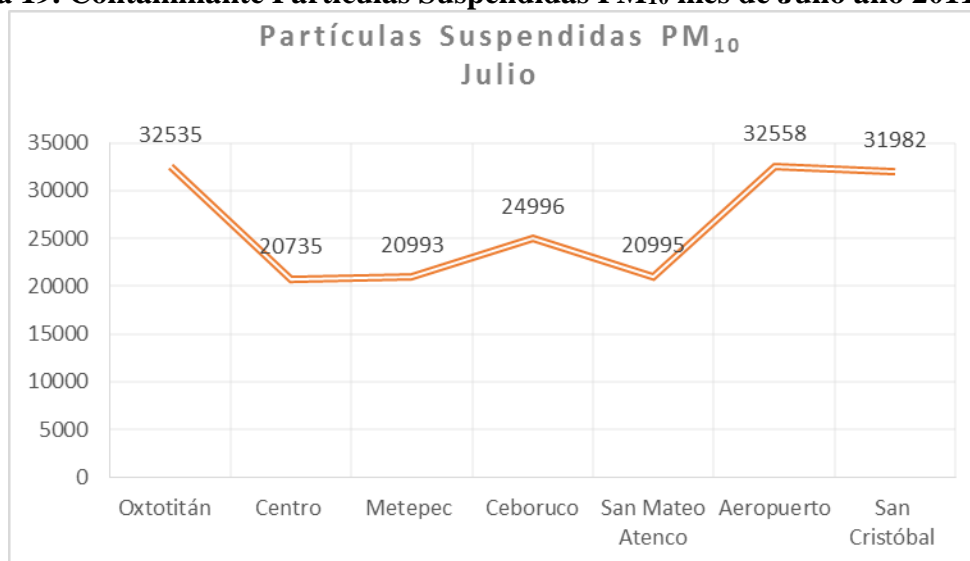
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 18. Contaminante Partículas Suspendidas PM₁₀ mes de mayo año 2011



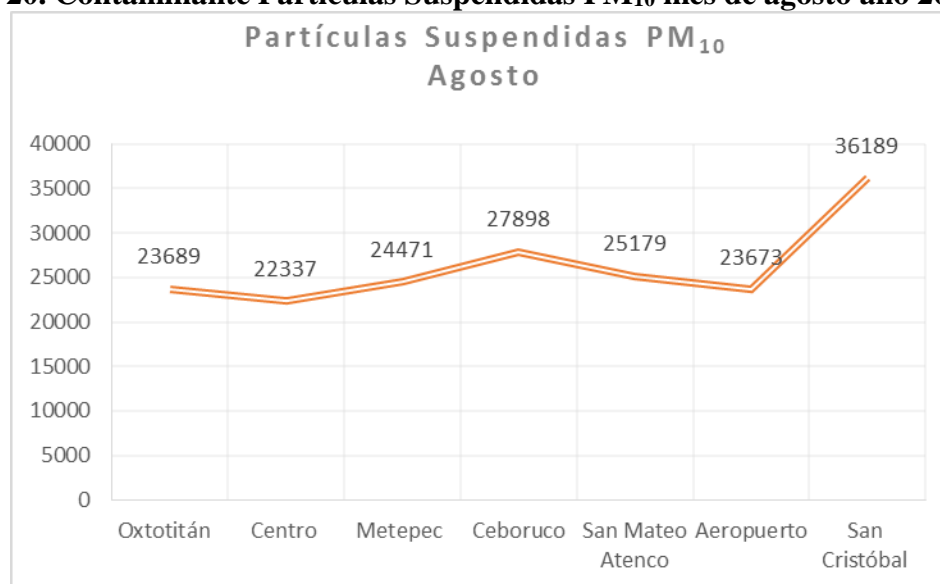
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 19. Contaminante Partículas Suspensas PM₁₀ mes de Julio año 2011



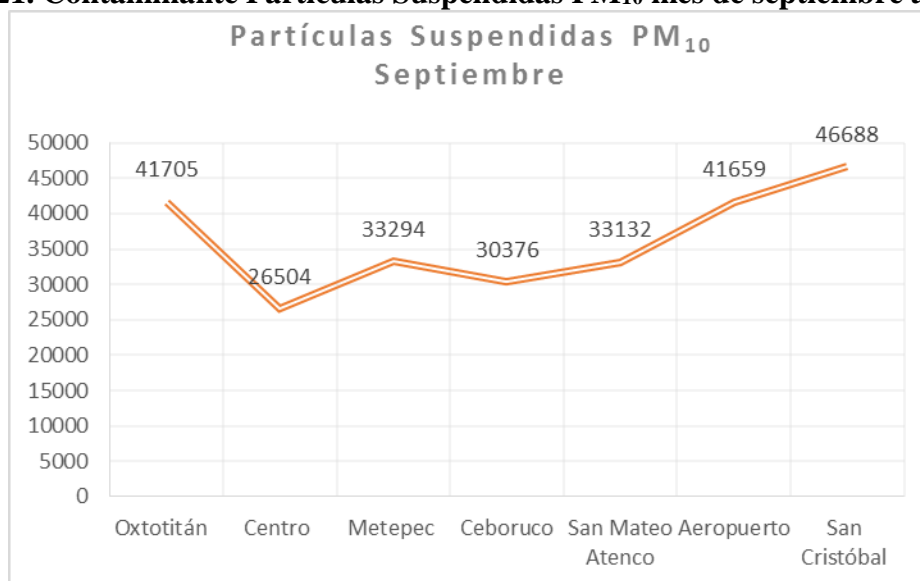
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 20. Contaminante Partículas Suspensas PM₁₀ mes de agosto año 2011



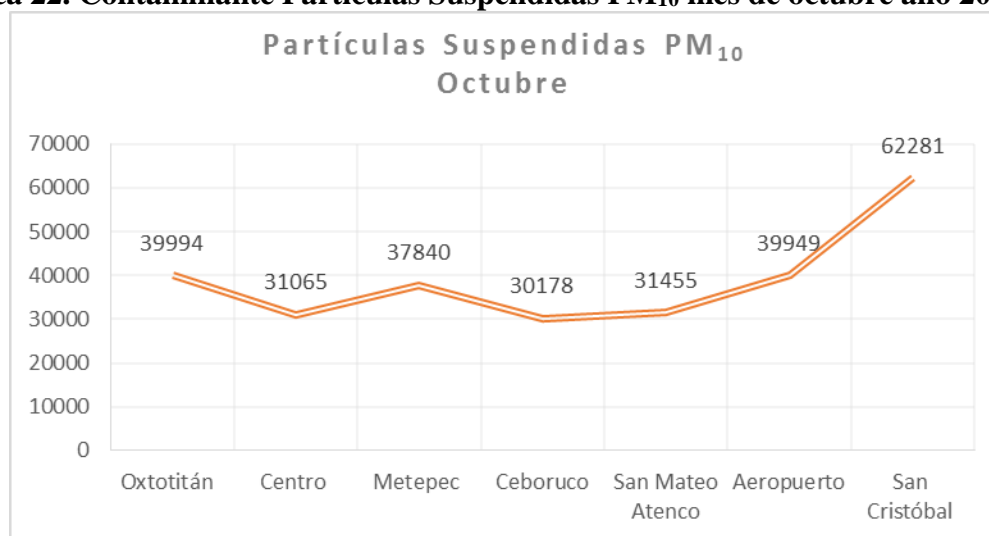
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 21. Contaminante Partículas Suspendidas PM₁₀ mes de septiembre año 2011



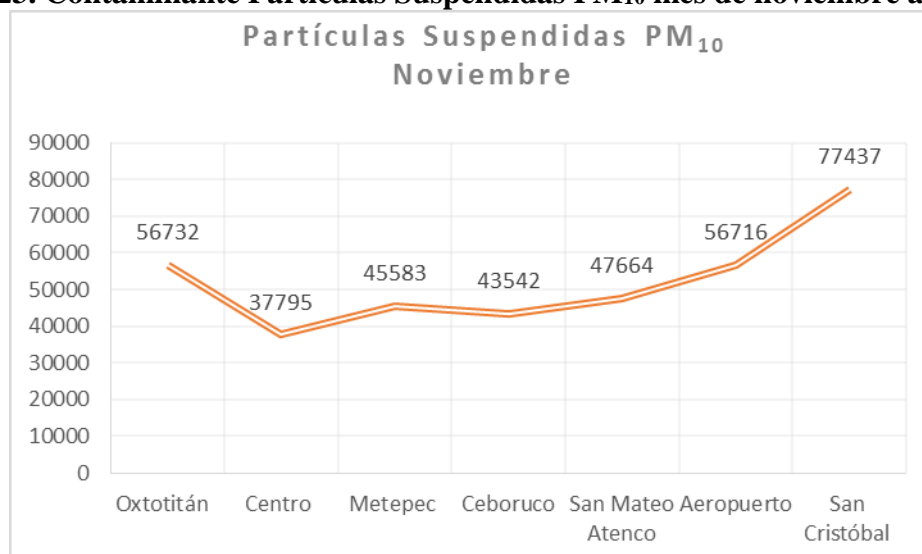
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 22. Contaminante Partículas Suspendidas PM₁₀ mes de octubre año 2011



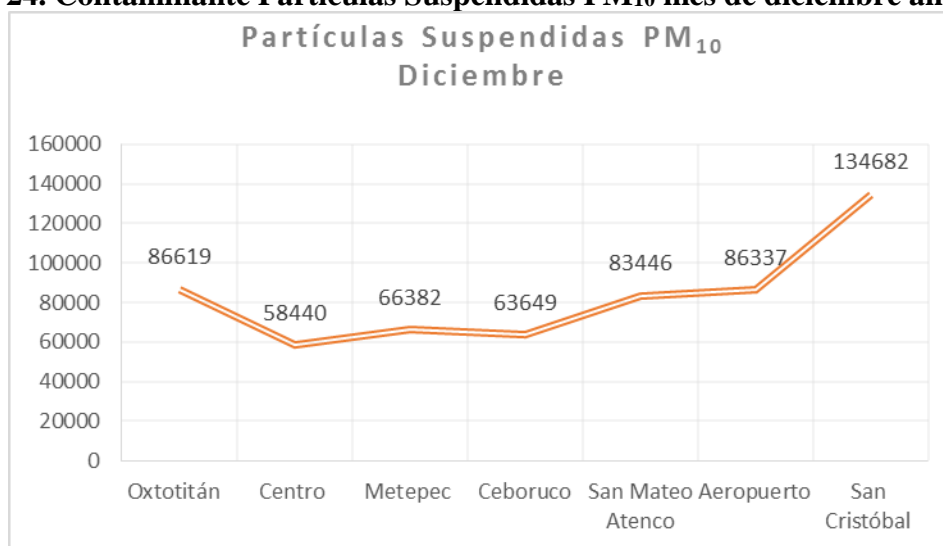
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 23. Contaminante Partículas Suspensas PM₁₀ mes de noviembre año 2011



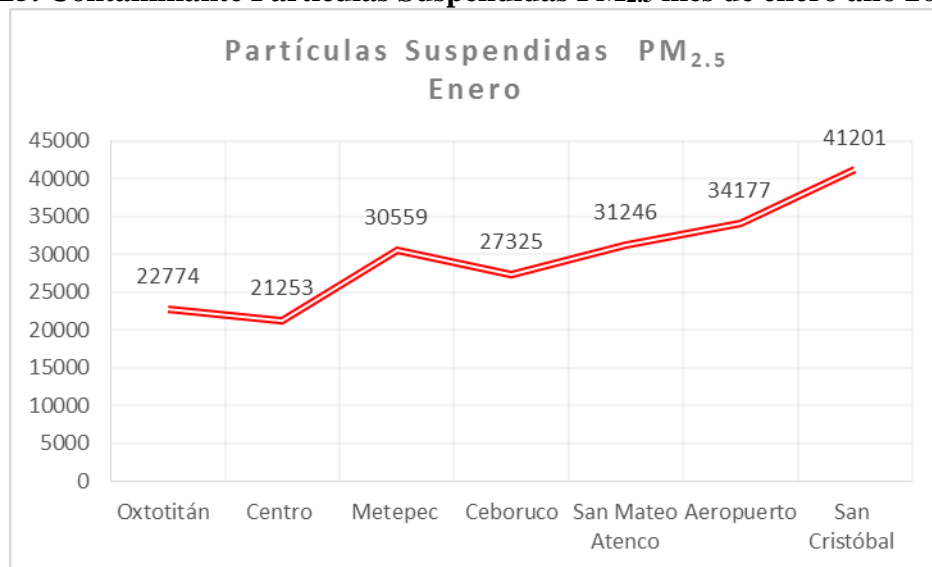
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 24. Contaminante Partículas Suspensas PM₁₀ mes de diciembre año 2011



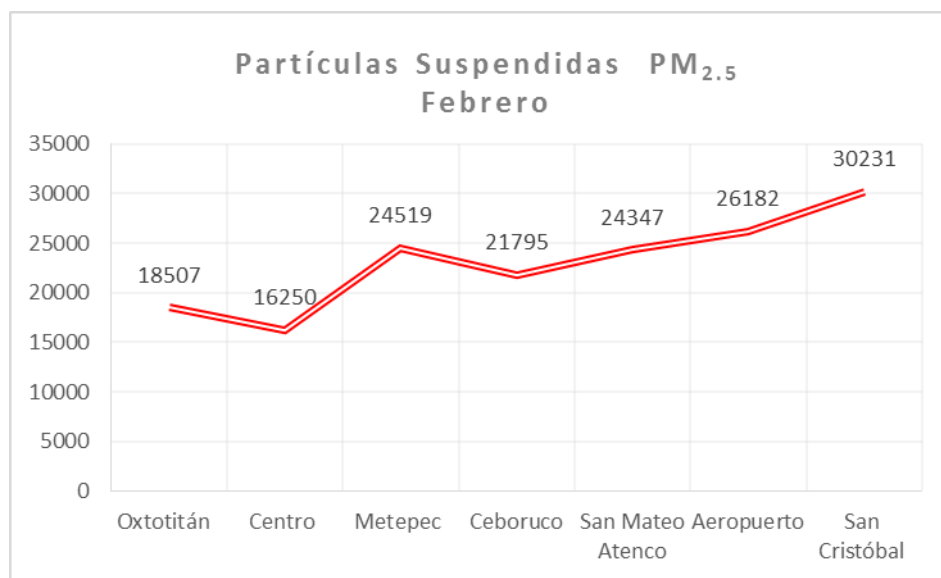
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 25. Contaminante Partículas Suspendidas PM_{2.5} mes de enero año 2015



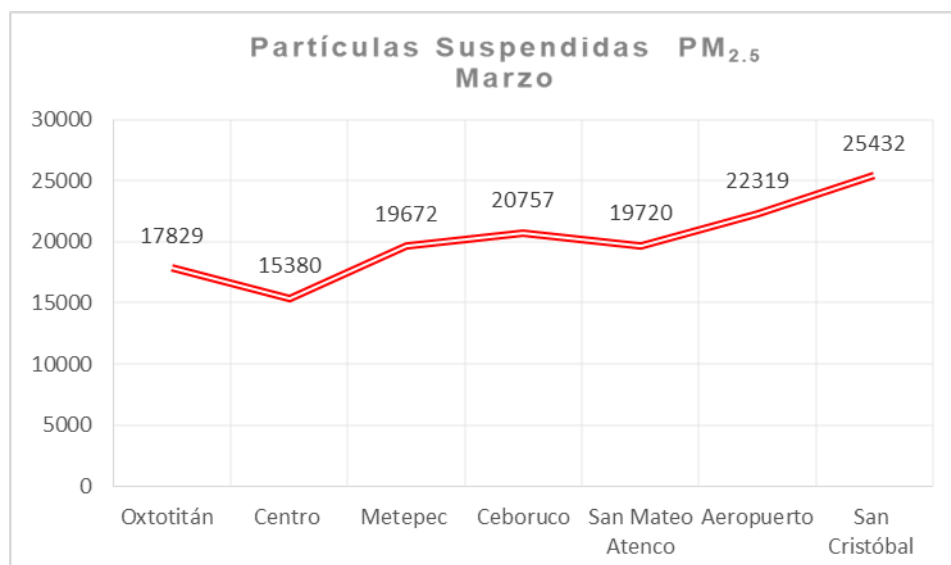
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 26. Contaminante Partículas Suspendidas PM_{2.5} mes de febrero año 2015



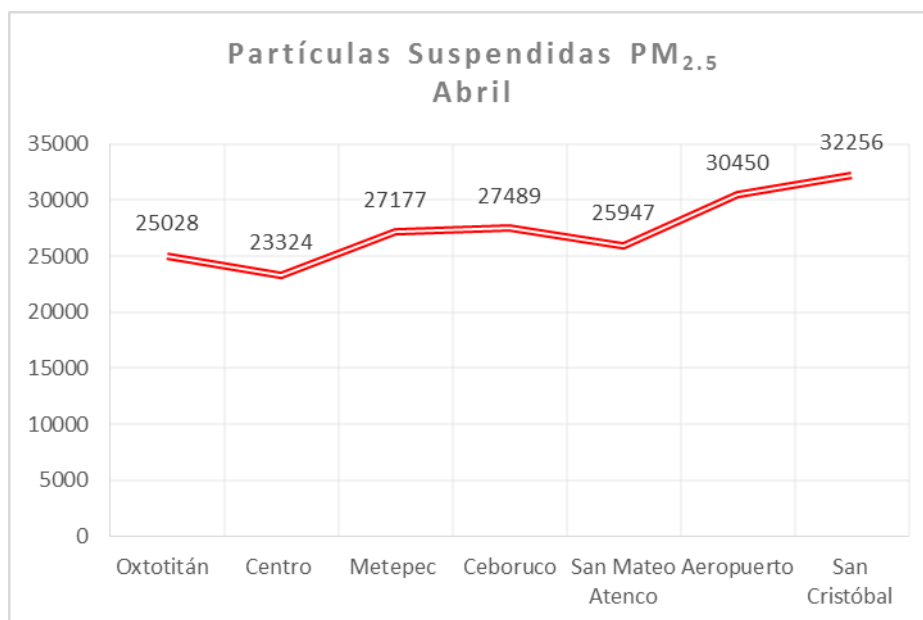
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 27. Contaminante Partículas Suspendidas PM_{2.5} mes de marzo año 2015



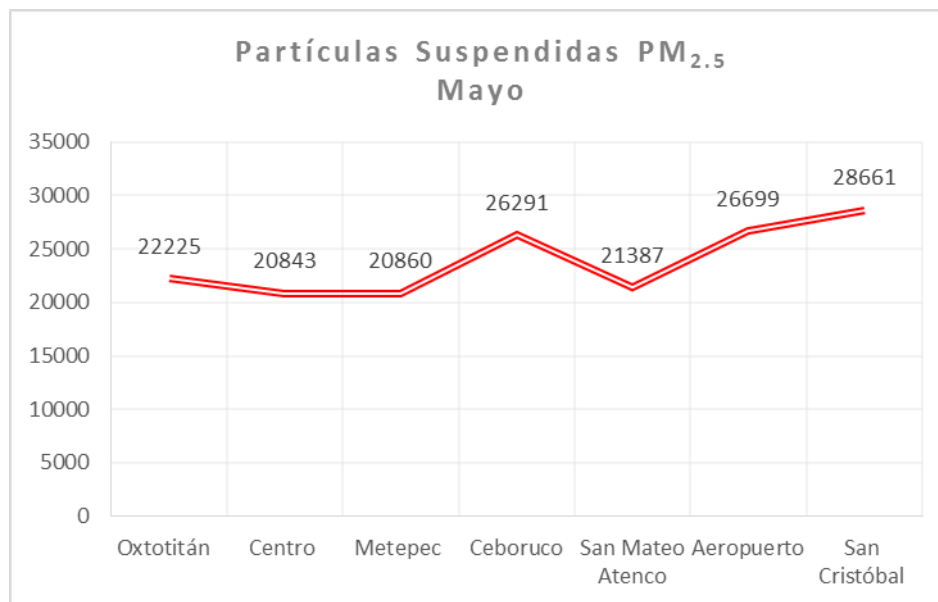
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 28. Contaminante Partículas Suspendidas PM_{2.5} mes de abril año 2015



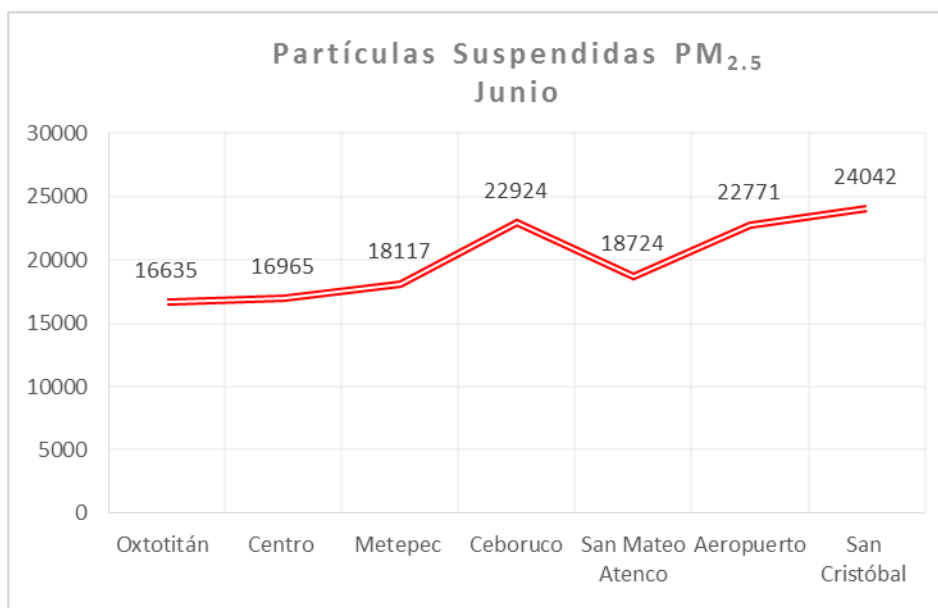
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 29. Contaminante Partículas Suspendidas PM_{2.5} mes de mayo año 2015



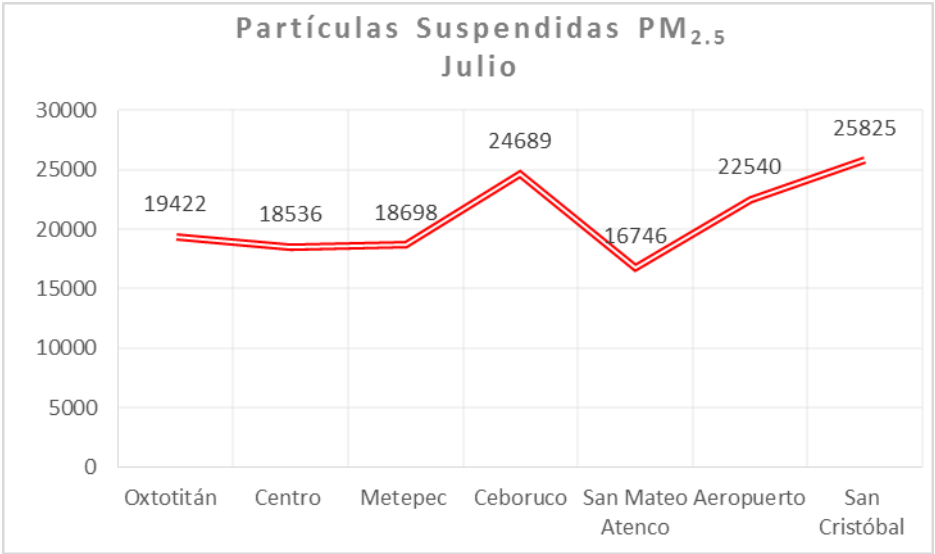
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 30. Contaminante Partículas Suspendidas PM_{2.5} mes de junio año 2015



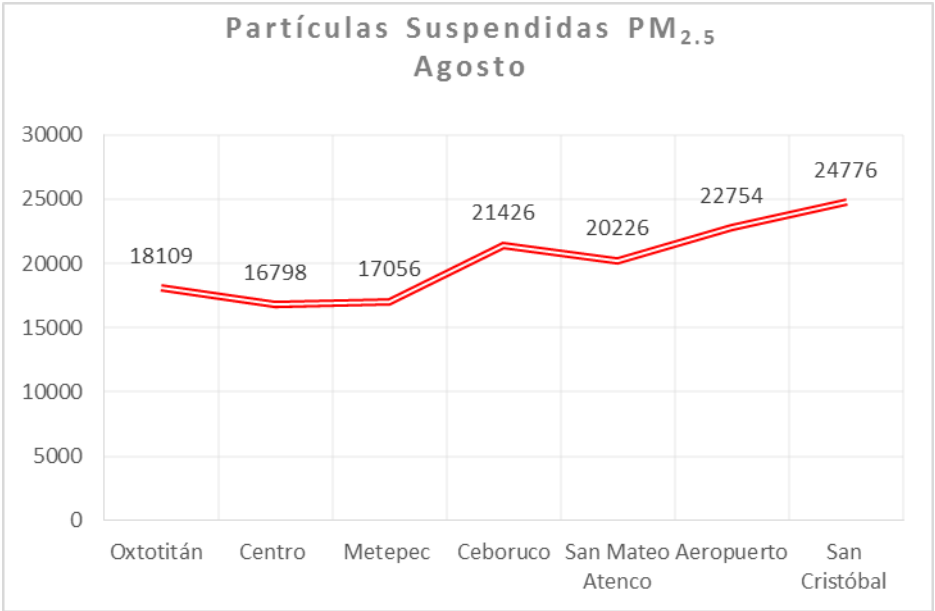
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 31. Contaminante Partículas Suspendidas PM_{2.5} mes de julio año 2015



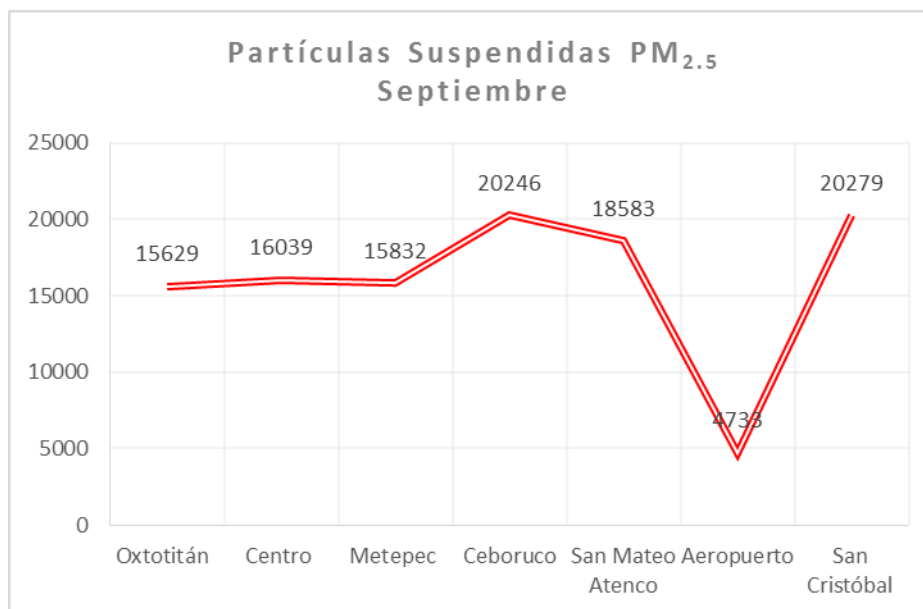
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 32. Contaminante Partículas Suspendidas PM_{2.5} mes de agosto año 2015



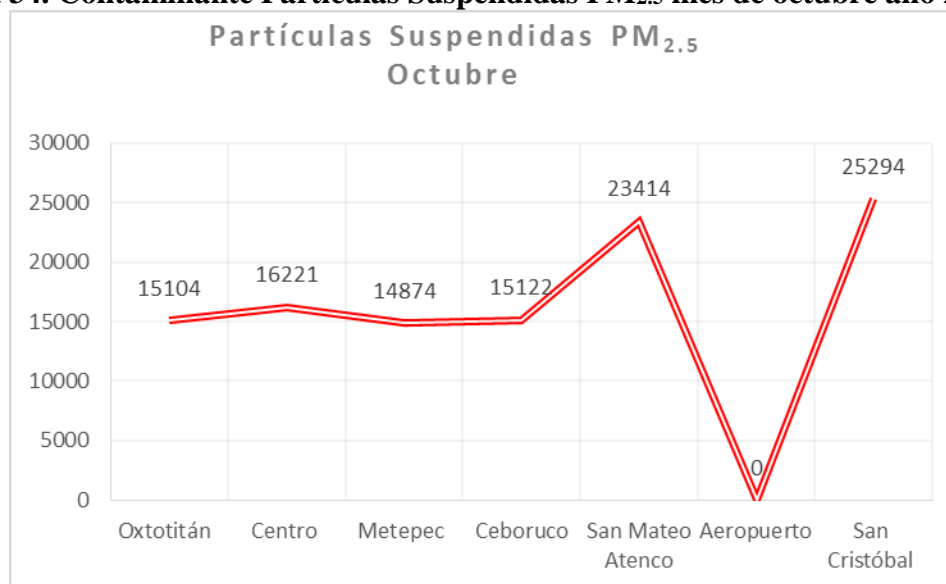
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 33. Contaminante Partículas Suspendidas PM_{2.5} mes de septiembre año 2015



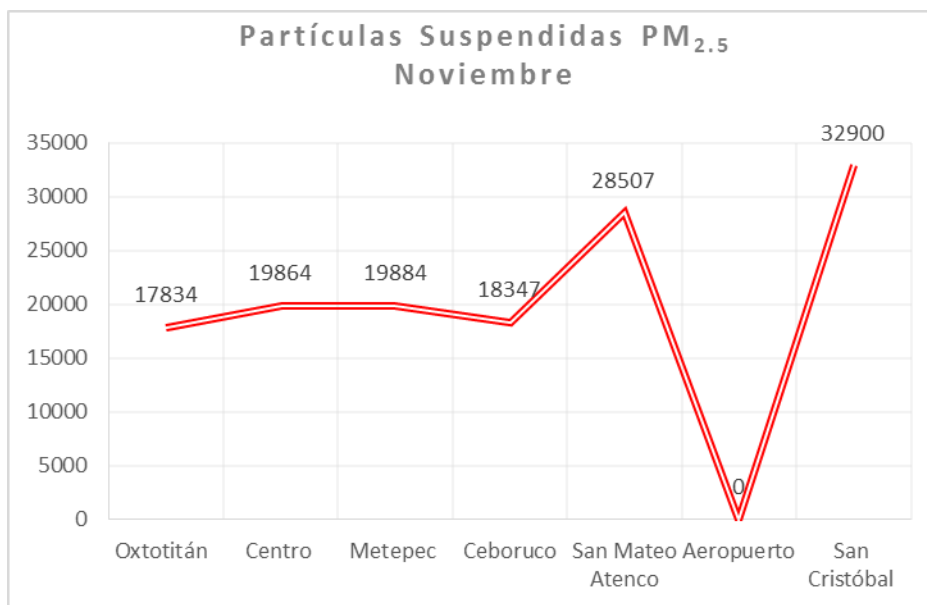
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 34. Contaminante Partículas Suspendidas PM_{2.5} mes de octubre año 2015



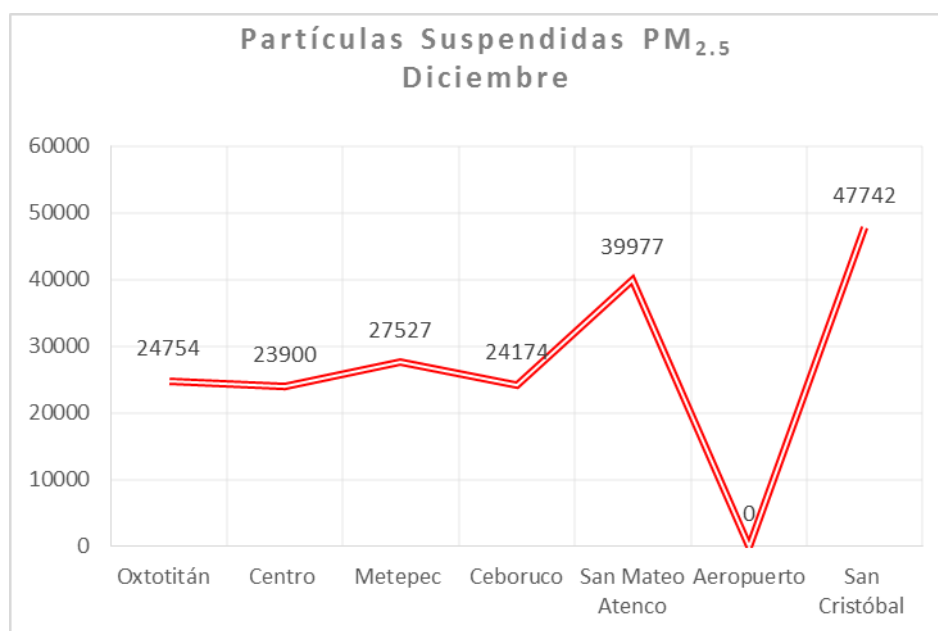
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 35. Contaminante Partículas Suspendidas PM_{2.5} mes de noviembre año 2015



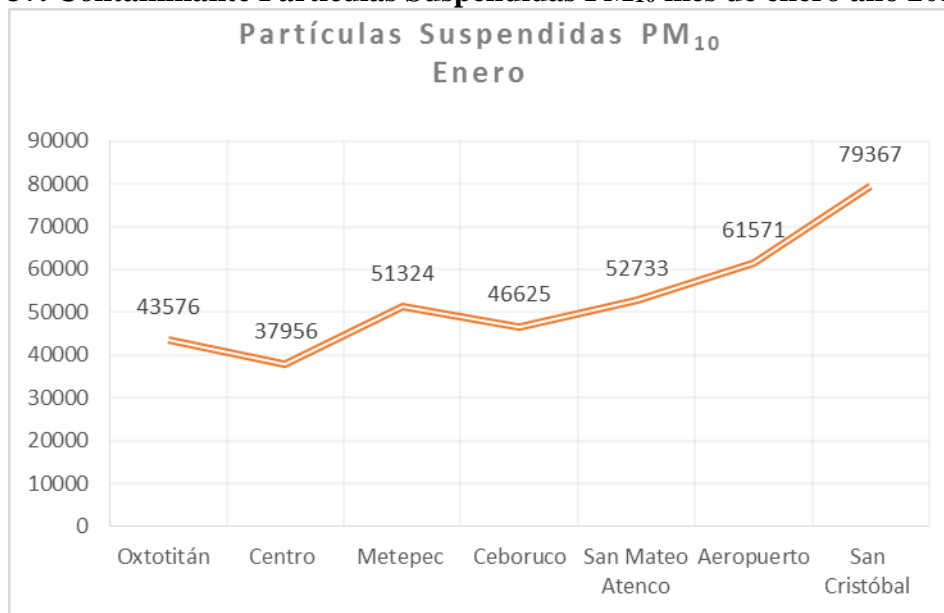
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 36. Contaminante Partículas Suspendidas PM_{2.5} mes de diciembre año 2015



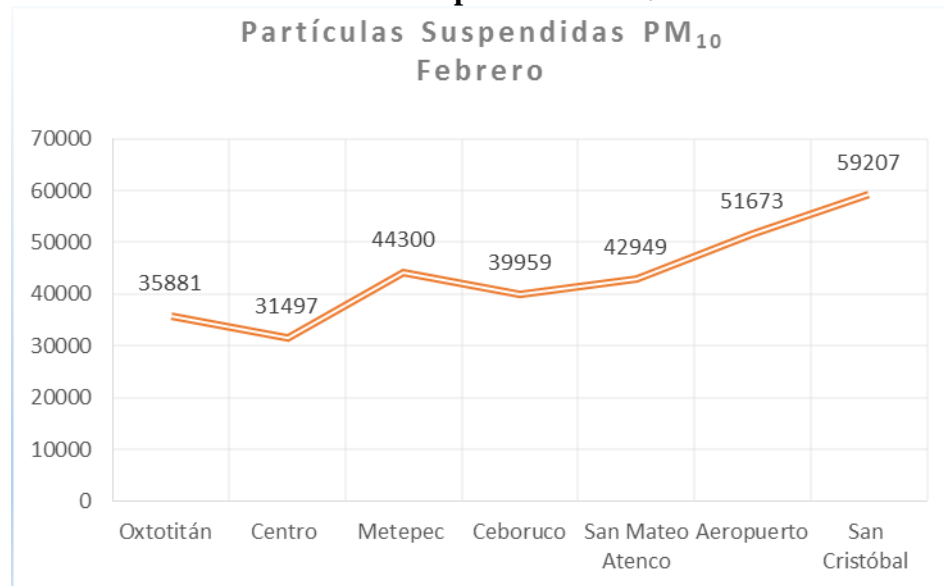
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 37. Contaminante Partículas Suspendidas PM₁₀ mes de enero año 2015



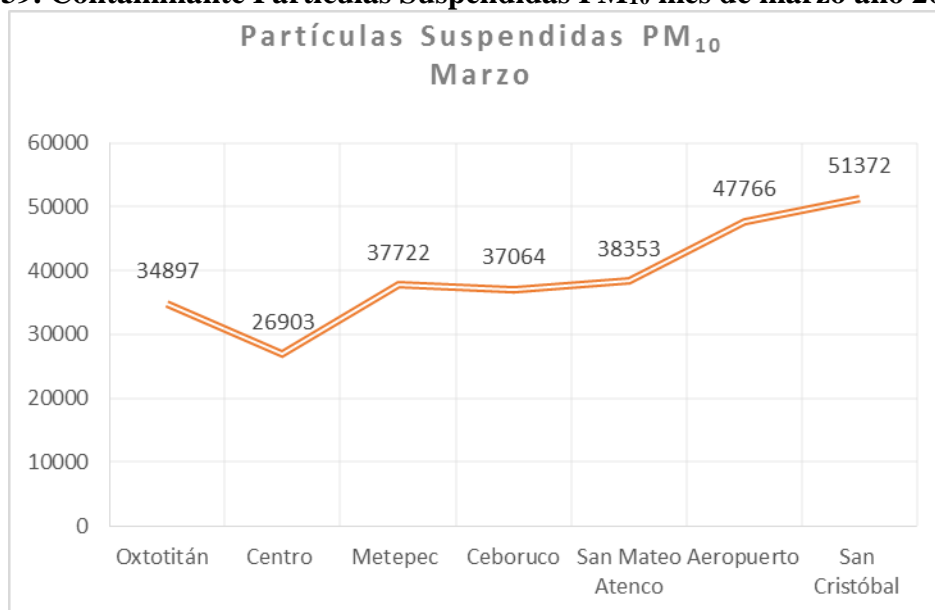
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 38. Contaminante Partículas Suspendidas PM₁₀ mes de febrero año 2015



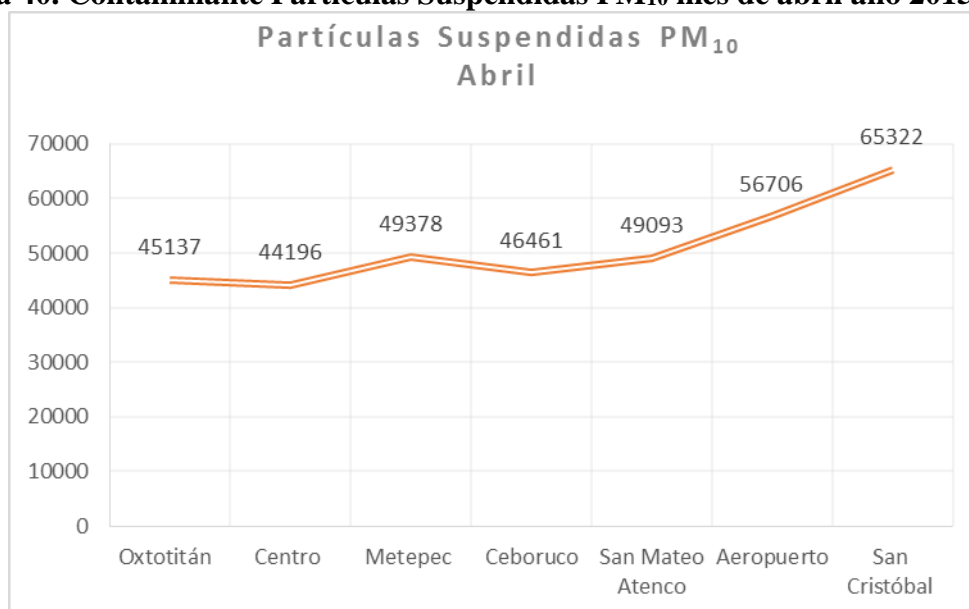
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 39. Contaminante Partículas Suspendidas PM₁₀ mes de marzo año 2015



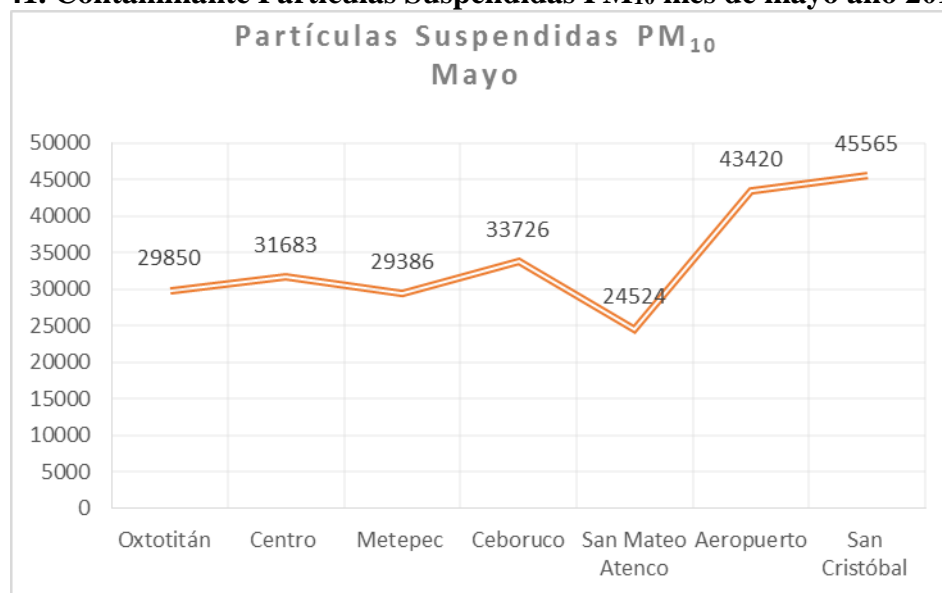
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 40. Contaminante Partículas Suspendidas PM₁₀ mes de abril año 2015



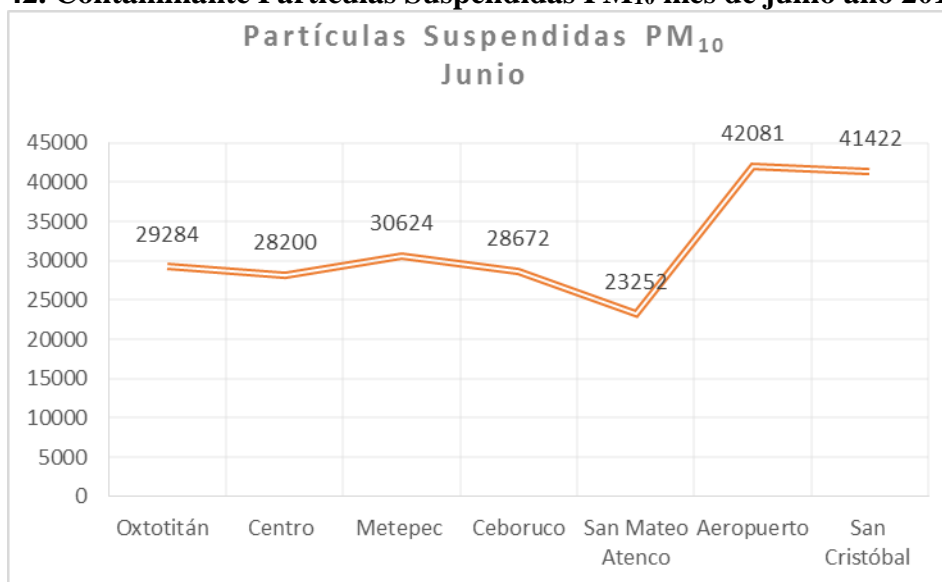
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 41. Contaminante Partículas Suspendidas PM₁₀ mes de mayo año 2015



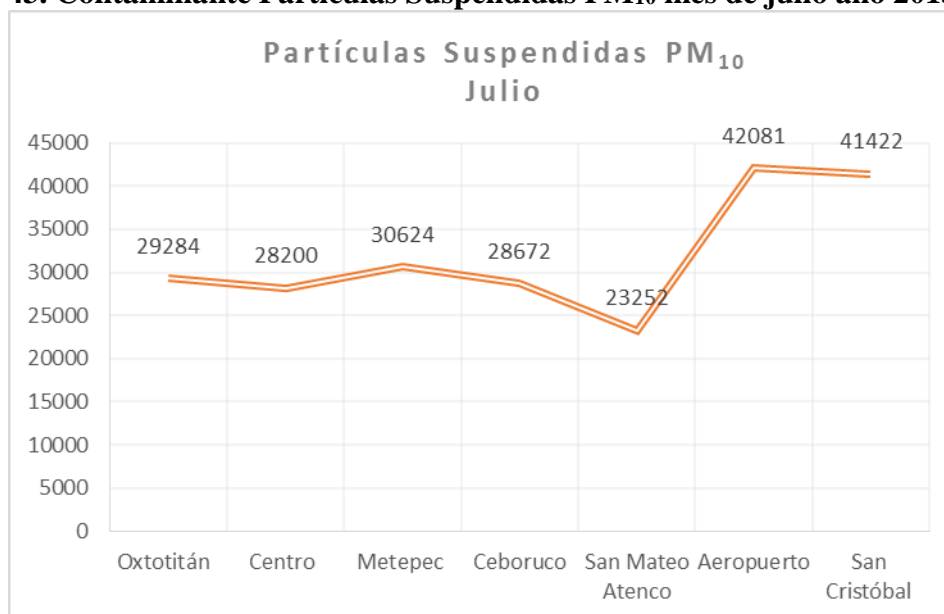
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 42. Contaminante Partículas Suspendidas PM₁₀ mes de junio año 2015



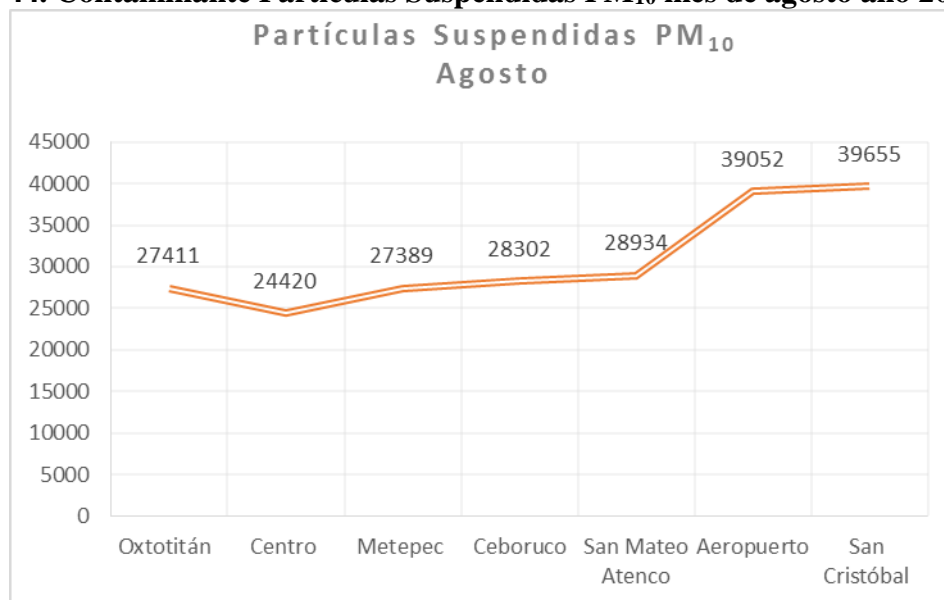
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 43. Contaminante Partículas Suspendidas PM₁₀ mes de julio año 2015



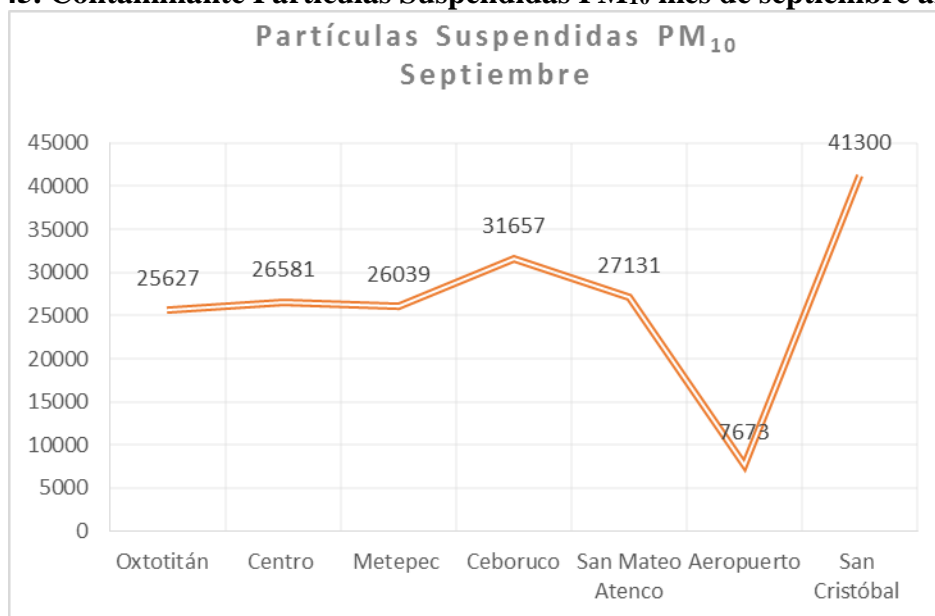
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 44. Contaminante Partículas Suspendidas PM₁₀ mes de agosto año 2015



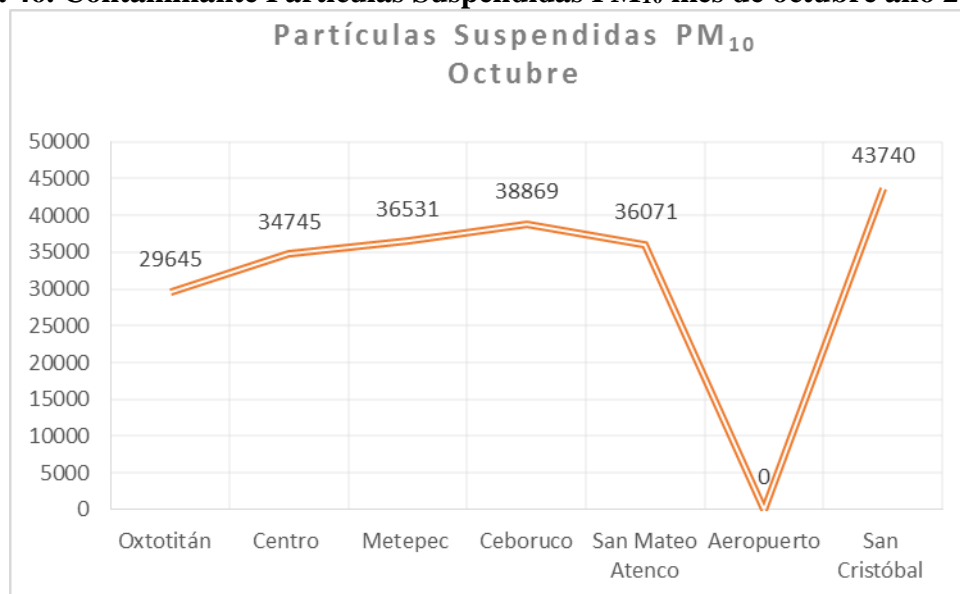
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 45. Contaminante Partículas Suspensas PM₁₀ mes de septiembre año 2015



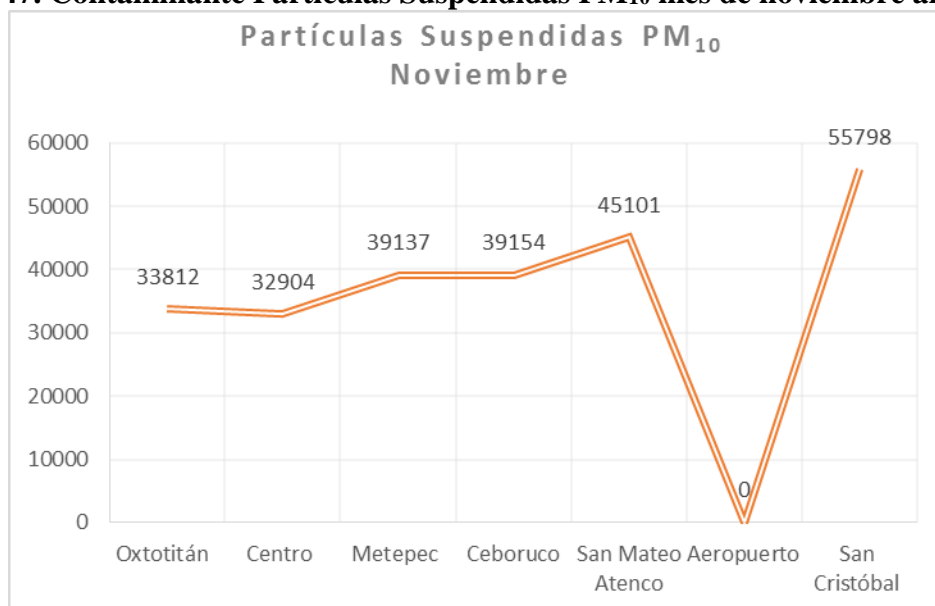
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 46. Contaminante Partículas Suspensas PM₁₀ mes de octubre año 2015



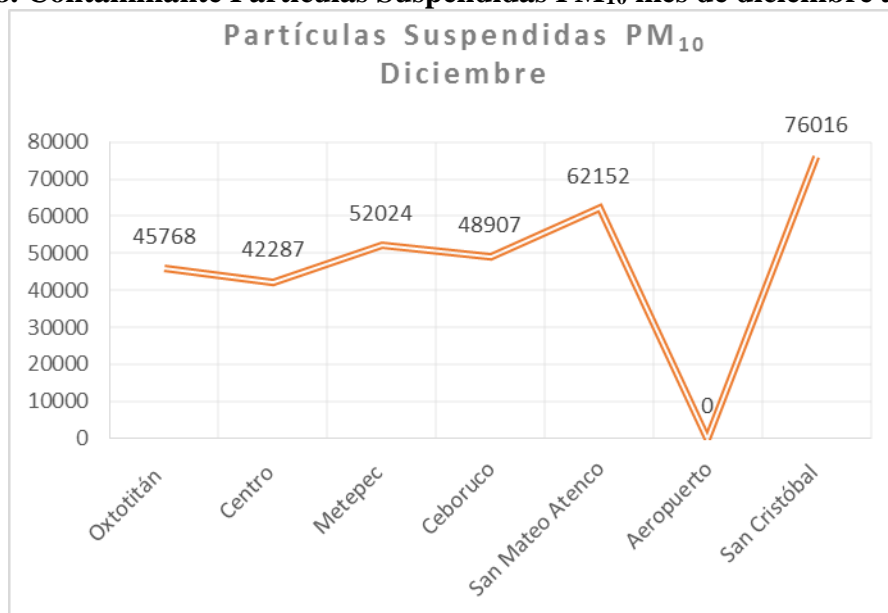
Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 47. Contaminante Partículas Suspensas PM₁₀ mes de noviembre año 2015



Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 48. Contaminante Partículas Suspensas PM₁₀ mes de diciembre año 2015

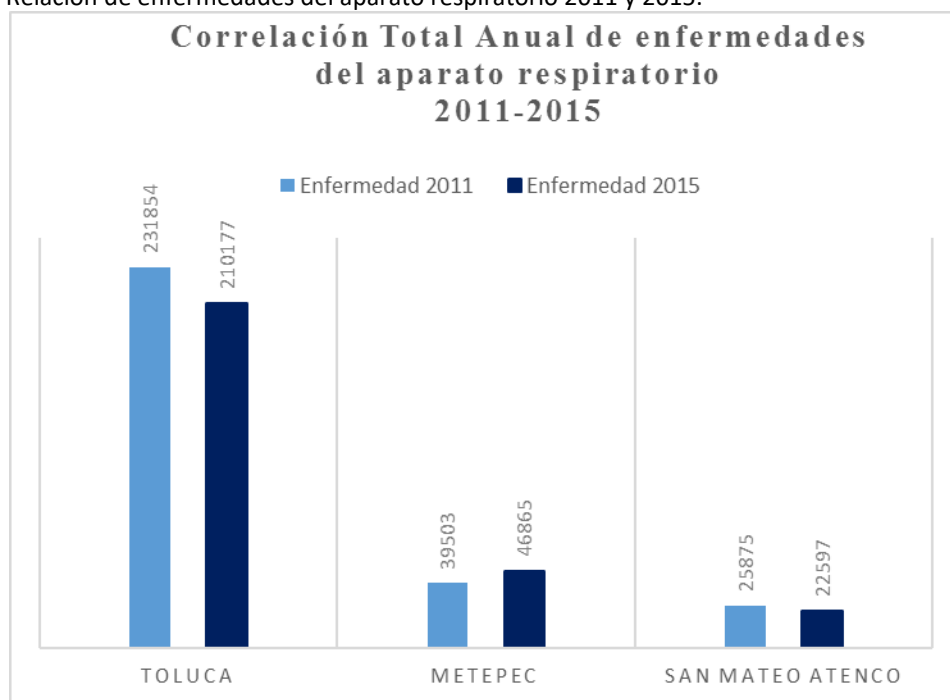


Fuente: Ruiz L (2019), con base a Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

ANEXO

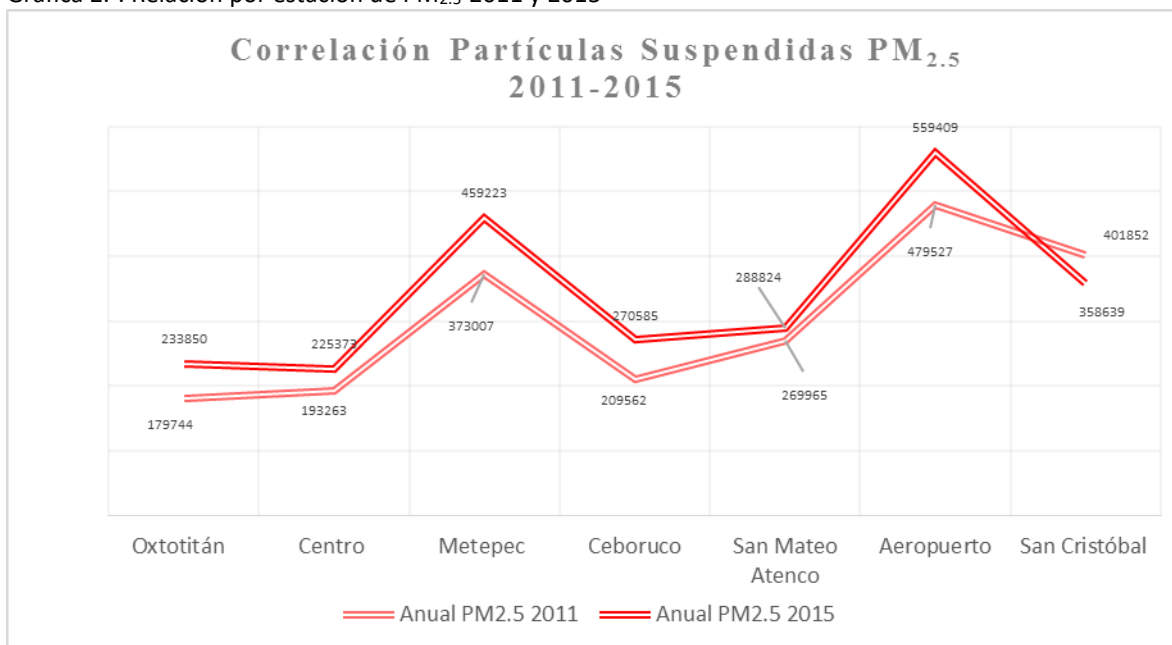
VI

Gráfica 1. Relación de enfermedades del aparato respiratorio 2011 y 2015.



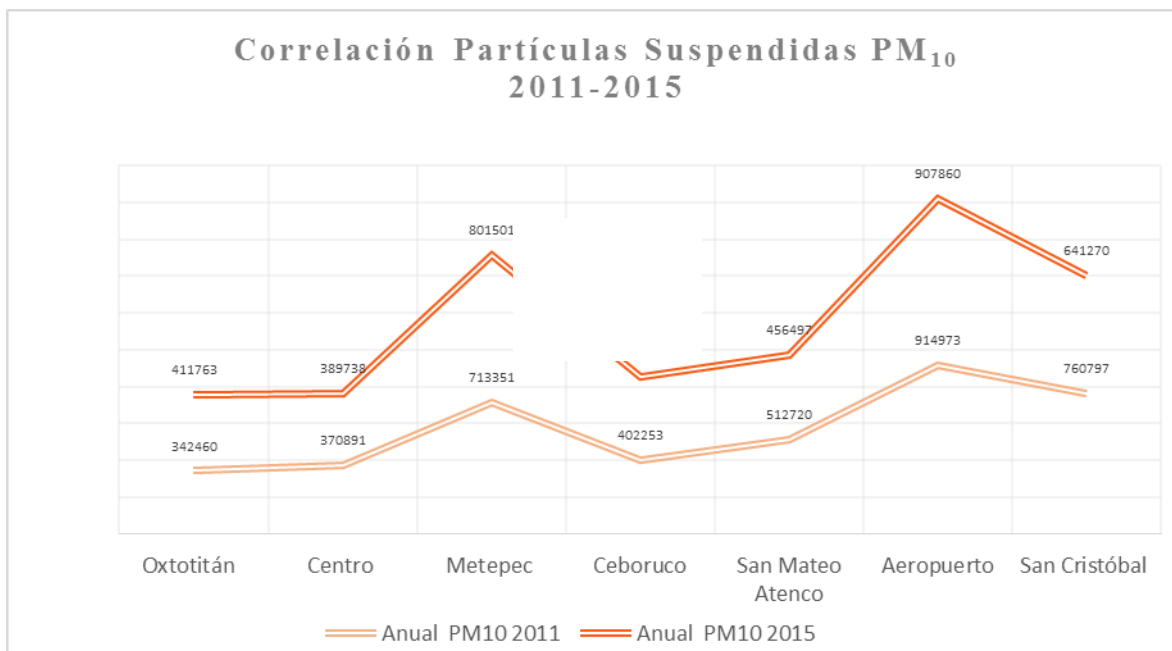
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 2.-. Relación por estación de PM_{2.5} 2011 y 2015



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

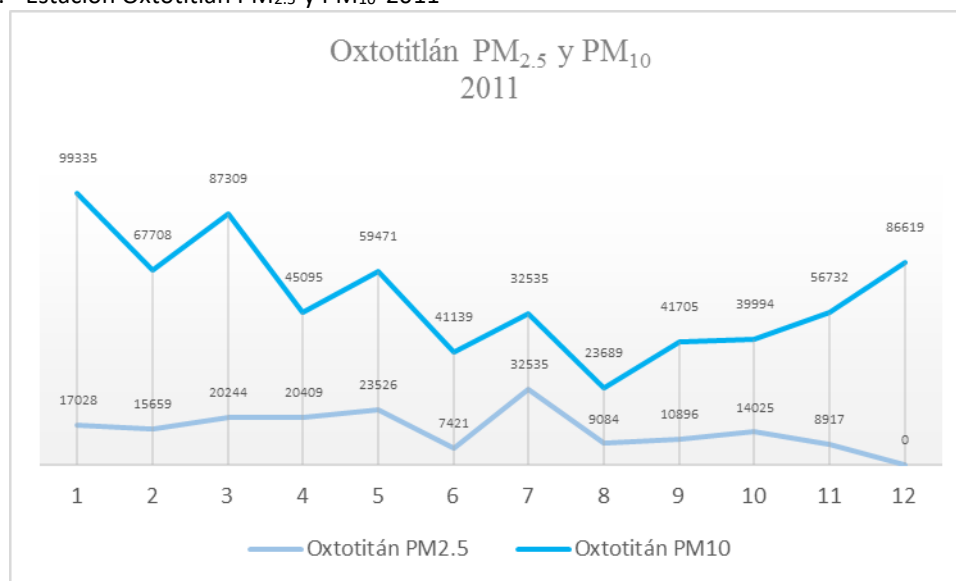
Gráfica3.- Correlación por estación de PM₁₀ 2011 y 2015



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

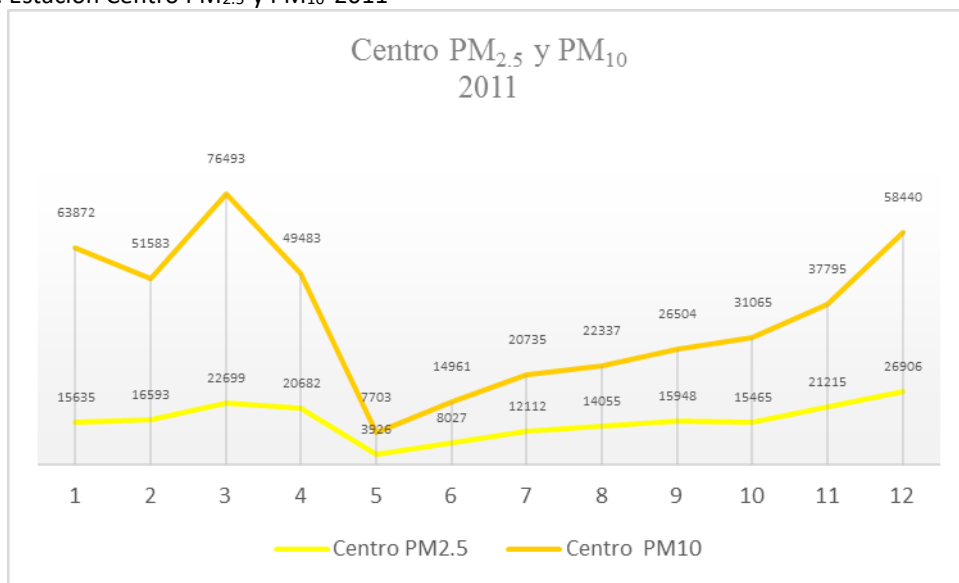
Correlación mensual de PM_{2.5} y PM₁₀ 2011

Gráfica 4.- Estación Oxtotitlán PM_{2.5} y PM₁₀ 2011



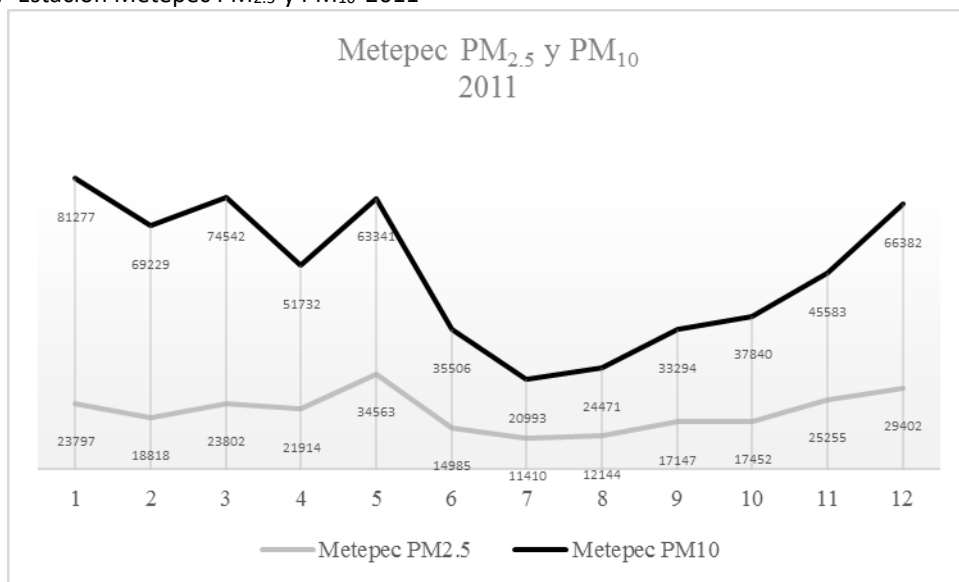
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 5. Estación Centro PM_{2.5} y PM₁₀ 2011



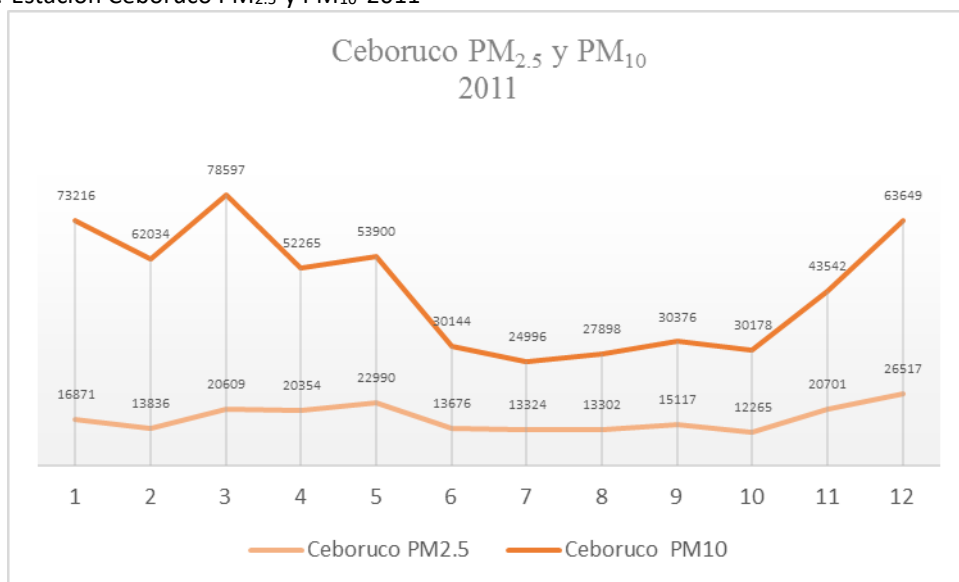
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 6.- Estación Metepec PM_{2.5} y PM₁₀ 2011



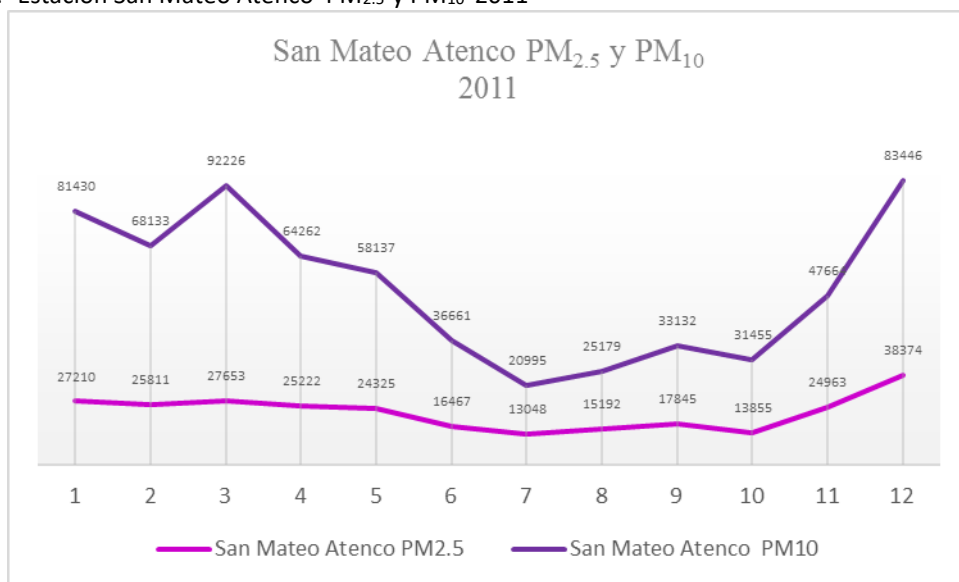
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 7.-Estación Ceboruco PM_{2.5} y PM₁₀ 2011



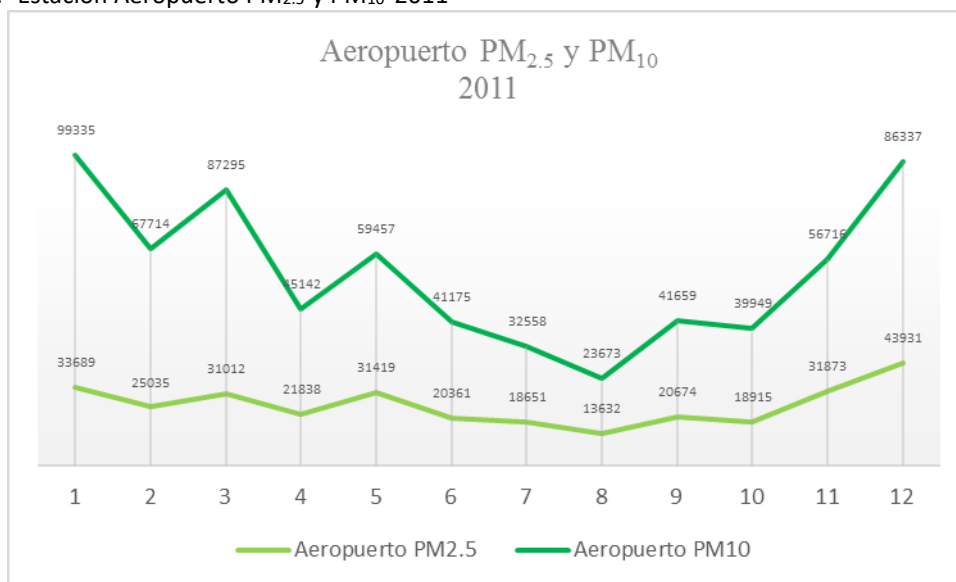
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 8.- Estación San Mateo Atenco PM_{2.5} y PM₁₀ 2011



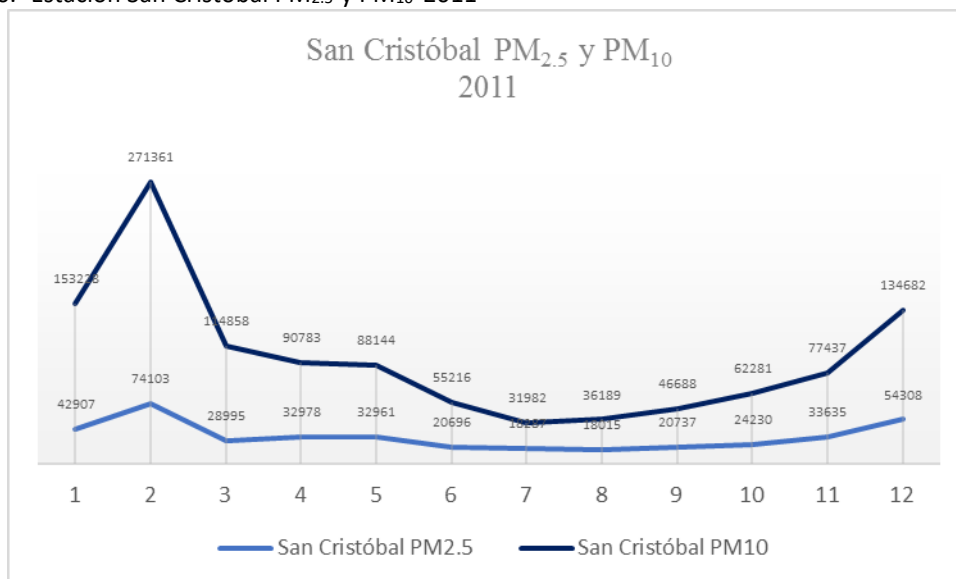
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 9.- Estación Aeropuerto PM_{2.5} y PM₁₀ 2011



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

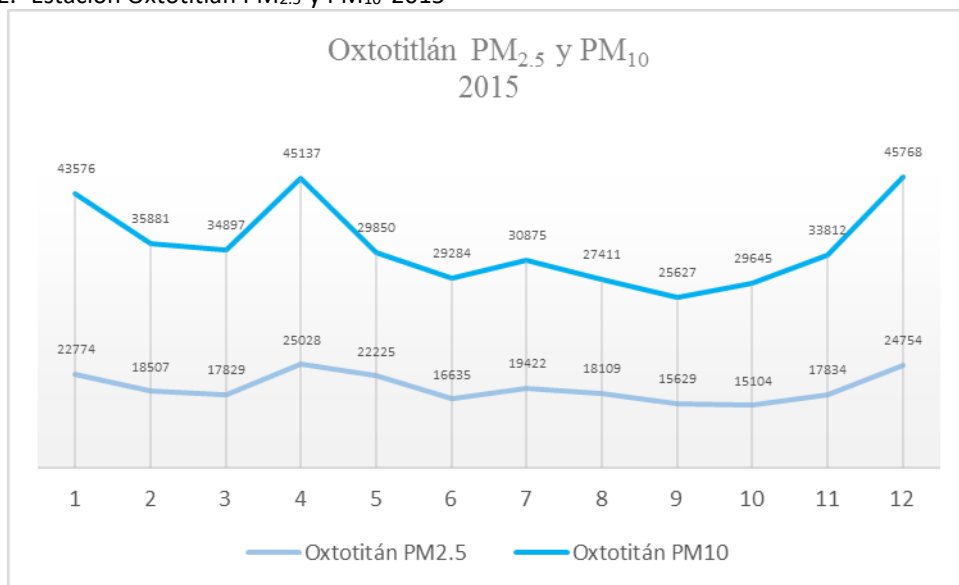
Gráfica 10.- Estación San Cristóbal PM_{2.5} y PM₁₀ 2011



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

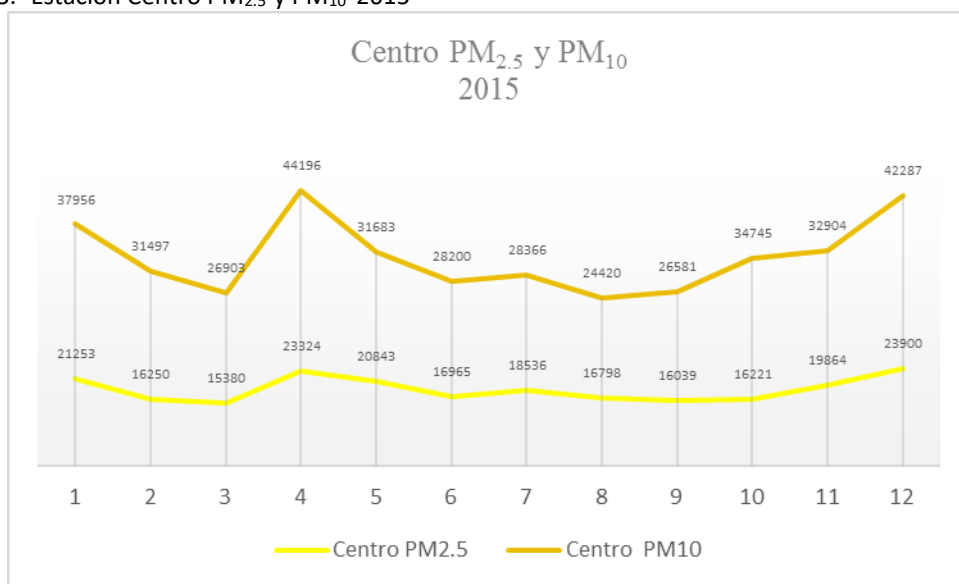
Relación mensual de PM_{2.5} y PM₁₀ 2015

Gráfica 12.- Estación Oxtotitlán PM_{2.5} y PM₁₀ 2015



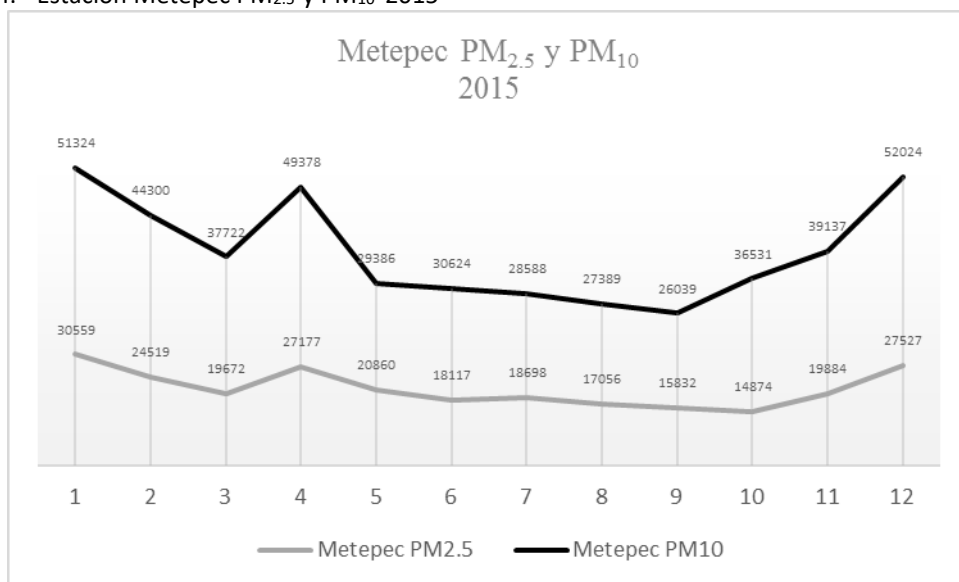
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 13.- Estación Centro PM_{2.5} y PM₁₀ 2015



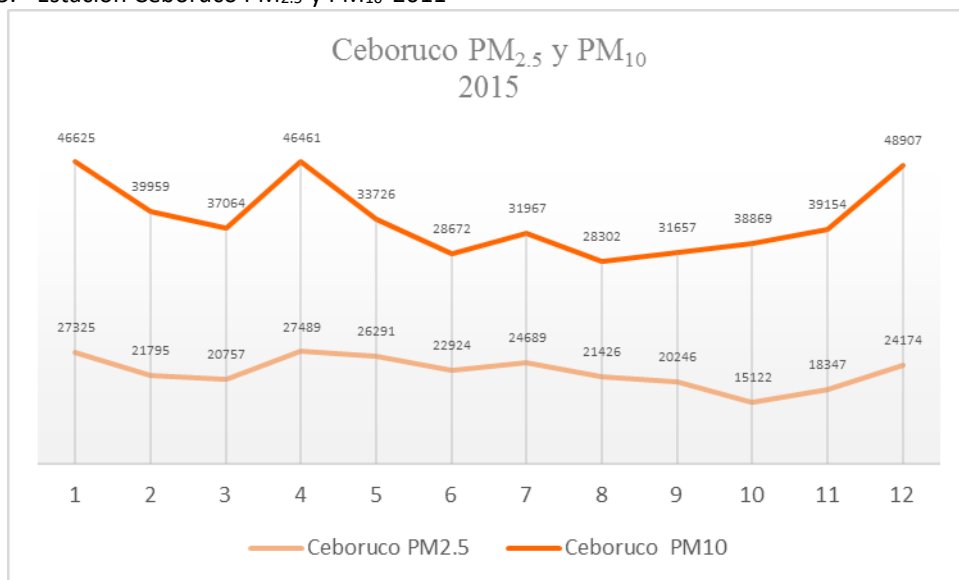
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 14.- Estación Metepec PM_{2.5} y PM₁₀ 2015



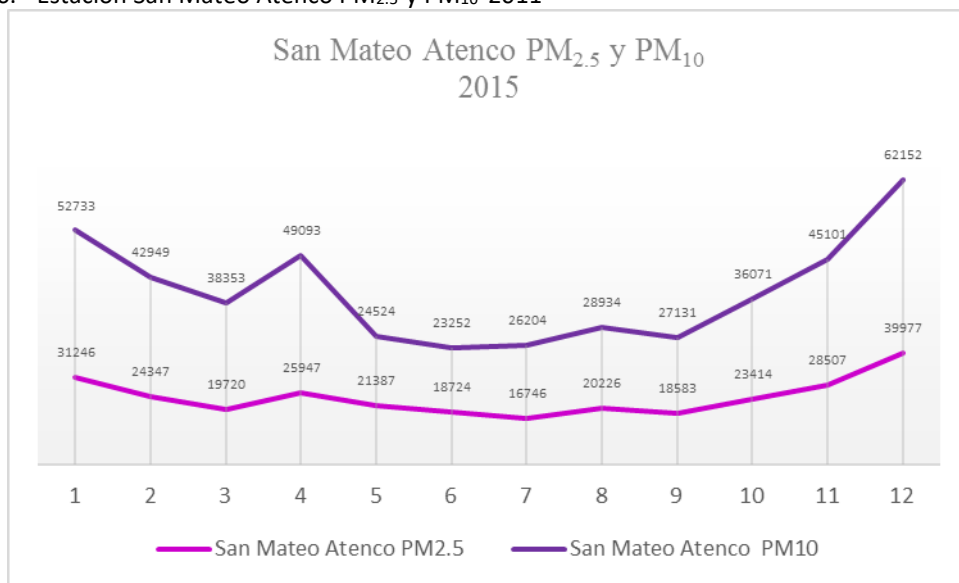
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 15.- Estación Ceboruco PM_{2.5} y PM₁₀ 2011



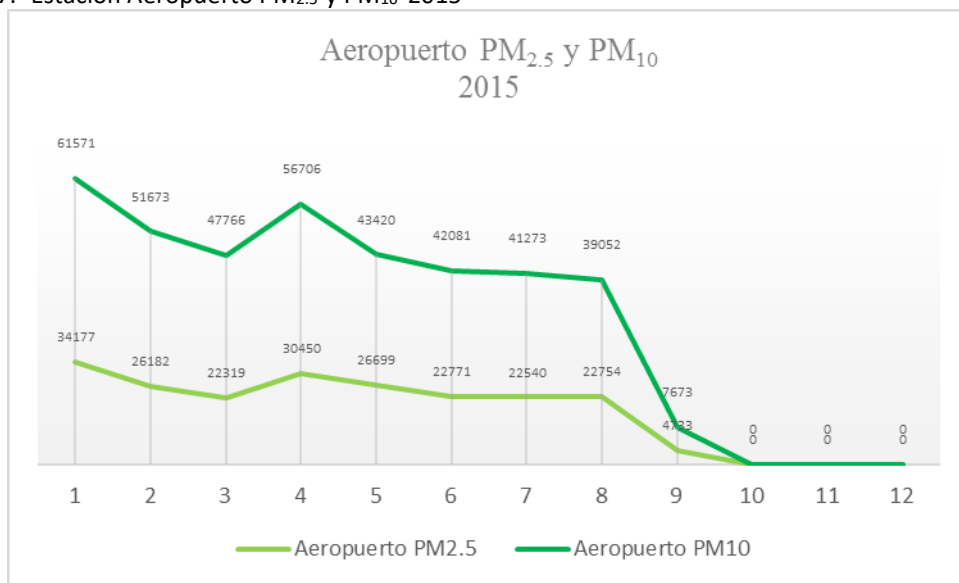
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 16.- Estación San Mateo Atenco PM_{2.5} y PM₁₀ 2011



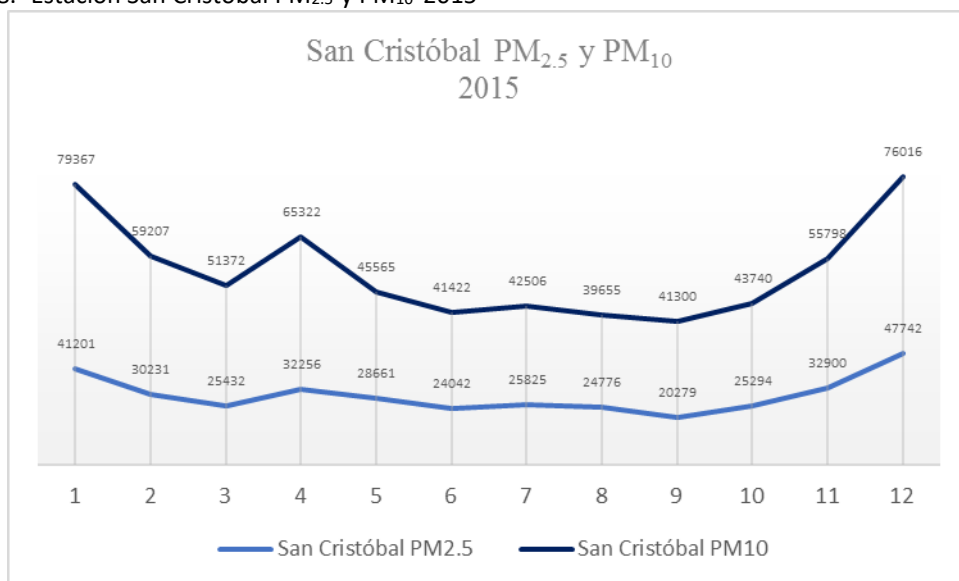
Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 17.- Estación Aeropuerto PM_{2.5} y PM₁₀ 2015



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

Gráfica 18.- Estación San Cristóbal PM_{2.5} y PM₁₀ 2015



Fuente: Ruiz L. (2019), con base en Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA 2018).

ANEXO

VII

ANEXO

Vigilancia Epidemiológica de casos nuevos de enfermedad.

La información fue obtenida por el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica SINAVE, donde se realiza la recolección sistemática, continua, oportuna y confiable de información relevante y necesaria sobre las condiciones de salud de la población y sus determinantes, bajo la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-017-SSA2-2012, PARA LA VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA.

Con las bases para el convenio de creación del Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica (SUIVE), signado por los titulares de la SSA, el IMSS y el ISSSTE.

Vigilancia de Infecciones parasitarias del aparato respiratorio	Clasificación Internacional De Enfermedad (CIE)
1.- Tuberculosis respiratoria	A15-A16.
2.- Otitis media aguda	H65.0, H65.1.
3.- Faringitis y amigdalitis estreptocócicas	J02.0, J03.0
4.- Infecciones respiratorias agudas	J00-J06, Excepto J02.0 y J03.0 J20,J21.
5.- Neumonía y bronconeumonía	J12-J18 Excepto J18.2, J13 Y J14.

CLASIFICACION INTERNACIONAL DE ENFERMEDADES (CIE)

1.- A15 Tuberculosis respiratoria, confirmada bacteriológica e histológicamente (A15-A16.)

A15.0 Tuberculosis del pulmón, confirmada por hallazgo microscópico del bacilo tuberculoso en esputo, con o sin cultivo

Bronquiectasia

Fibrosis de pulmón

Neumonía

Neumotórax

A15.1 Tuberculosis del pulmón, confirmada únicamente por cultivo

Afecciones listadas en A15.0, confirmadas sólo por cultivo

110

SAI

hemorrágica

séptica

tuberculosa confirmada por hallazgo

microscópico del bacilo tuberculoso en

esputo, con o sin cultivo

A15.2 Tuberculosis del pulmón, confirmada histológicamente

Afecciones listadas en A15.0, confirmadas histológicamente

A15.3 Tuberculosis del pulmón, confirmada por medios no especificados

Afecciones listadas en A15.0, confirmadas pero sin especificar si por examen bacteriológico o histológico

A15.4 Tuberculosis de ganglios linfáticos intratorácicos, confirmada bacteriológica e histológicamente

Tuberculosis de ganglios linfáticos:

- hiliares
- mediastinales

- traqueobronquiales

Excluye: cuando se especifica como primaria (A15.7)

A15.5 Tuberculosis de laringe, tráquea y bronquios, confirmada bacteriológica e histológicamente

Tuberculosis de:

- bronquios
- glotis
- laringe
- tráquea

A15.6 Pleuresía tuberculosa, confirmada bacteriológica e histológicamente

Empiema tuberculoso

Tuberculosis de la pleura

Excluye: pleuresía tuberculosa en tuberculosis respiratoria primaria, confirmada bacteriológica e histológicamente (A15.7)

A15.7 Tuberculosis respiratoria primaria, confirmada bacteriológica e histológicamente

A15.8 Otras tuberculosis respiratorias, confirmadas bacteriológica e histológicamente

Tuberculosis (de):

- mediastinal
- nariz
- nasofaríngea
- senos paranasales [cualquier seno]

A15.9 Tuberculosis respiratoria no especificada, confirmada bacteriológica e histológicamente

CIERTAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS

111

confirmada bacteriológica e

histológicamente

Tuberculosis respiratoria, no confirmada

bacteriológica o histológicamente

A16

**A16.0 Tuberculosis del pulmón, con examen bacteriológico e
histológico negativos**

Bronquiectasia

Fibrosis de pulmón

Neumonía

Neumotórax

**A16.1 Tuberculosis de pulmón, sin examen bacteriológico e
histológico**

Las afecciones listadas en A16.0 sin examen bacteriológico e
histológico

**A16.2 Tuberculosis de pulmón, sin mención de confirmación
bacteriológica o histológica**

Bronquiectasia

Fibrosis de pulmón

Neumonía

Neumotórax

**A16.3 Tuberculosis de ganglios linfáticos intratorácicos, sin
mención de confirmación bacteriológica o histológica**

Tuberculosis de ganglios linfáticos:

- hiliares
- intratorácicos
- mediastinales
- traqueobronquiales

Excluye: cuando se especifica como primaria (A16.7)

A16.4 Tuberculosis de laringe, tráquea y bronquios, sin mención de confirmación bacteriológica o histológica

Tuberculosis de:

- bronquios
- glotis
- laringe
- tráquea

A16.5 Pleuresía tuberculosa, sin mención de confirmación bacteriológica o histológica

Empiema tuberculoso

Pleuresía tuberculosa

Tuberculosis de la pleura

Excluye: pleuresía tuberculosa en tuberculosis respiratoria primaria (A16.7)

CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE ENFERMEDADES

112

tuberculosa(o), bacteriológica e
histológicamente negativas
tuberculosa(o) SAI (sin mención de
confirmación bacteriológica o
histológica)

SAI (sin mención de confirmación
bacteriológica o histológica)

A16.7 Tuberculosis respiratoria primaria, sin mención de confirmación bacteriológica o histológica

Complejo tuberculoso primario

Tuberculosis respiratoria primaria SAI

A16.8 Otras tuberculosis respiratorias, sin mención de confirmación

bacteriológica o histológica

Tuberculosis (de):

- mediastinal
- nariz
- nasofaríngea
- senos paranasales [cualquier seno]

A16.9 Tuberculosis respiratoria no especificada, sin mención de confirmación bacteriológica o histológica

Tuberculosis SAI

Tuberculosis respiratoria SAI

2.- Otitis media aguda

(H65.0, H65.1.)

H65.0 Otitis media aguda serosa

Otitis media secretoria aguda y subaguda

H65.1 Otra otitis media aguda, no supurativa

Otitis media, aguda y subaguda:

- alérgica (mucoide) (sanguinolenta) (serosa)
- mucoide
- no supurativa SAI
- sanguinolenta
- seromucínosa

Excluye: barotrauma otítico (T70.0)

otitis media (aguda) SAI (H66.9)

3 Faringitis y amigdalitis estreptocócicas

J02.0, J03.0

J02.0 Faringitis estreptocócica

Angina estreptocócica

Excluye: escarlatina (A38)

J03.0 Amigdalitis estreptocócica

4. Enfermedades del sistema respiratorio (J00-J06, Excepto J02.0 y J03.0, J20,J21.)

Infecciones agudas de las vías respiratorias

superiores

(J00–J06)

Excluye: enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación aguda

SAI (J44.1)

Rinofaringitis aguda [resfriado común]

Catarro nasal, agudo

Coriza (aguda)

Rinitis:

- aguda
- infecciosa

Rinofaringitis:

- SAI
- infecciosa SAI

Excluye: angina de garganta:

- SAI (J02.9)
- aguda (J02.–)
- crónica (J31.2)

dolor de garganta SAI (J02.9)

faringitis:

- SAI (J02.9)
- aguda (J02.–)

- crónica (J31.2)

rinitis:

- SAI (J31.0)
- alérgica (J30.1–J30.4)
- crónica (J31.0)
- vasomotora (J30.0)

rinofaringitis crónica (J31.1)

Sinusitis aguda

Incluye: absceso

empiema

infección agudo(a) de seno paranasal

inflamación

supuración

Use código adicional (B95–B97), si desea identificar el agente infeccioso.

Excluye: sinusitis crónica o SAI (J32.–)

J01.0 Sinusitis maxilar aguda

Antritis maxilar aguda

CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE ENFERMEDADES

480

J01.1 Sinusitis frontal aguda

J01.2 Sinusitis etmoidal aguda

J01.3 Sinusitis esfenoidal aguda

J01.4 Pansinusitis aguda

J01.8 Otras sinusitis agudas

Sinusitis aguda que afecta más de un seno, pero no pansinusitis

J01.9 Sinusitis aguda, no especificada

Faringitis aguda

Incluye: angina de garganta, aguda

Excluye: absceso:

- periamigdalino (J36)

- retrofaríngeo (J39.0)

- rinofaríngeo (J39.1)

faringitis crónica (J31.2)

laringofaringitis aguda (J06.0)

J02.8 Faringitis aguda debida a otros microorganismos especificados

Use código adicional (B95–B97), si desea identificar el agente infeccioso.

Excluye: faringitis (debida a):

- herpética [herpes simple] (B00.2)

- mononucleosis infecciosa (B27.–)

- vesicular enterovírica (B08.5)

- virus de la influenza:

identificado

- influenza aviar (J09†)

- otro (J10.1†)

no identificado (J11.1)

J02.9 Faringitis aguda, no especificada

Angina de garganta (aguda) SAI

Faringitis (aguda):

- SAI

- gangrenosa

- infecciosa SAI

- supurativa

- ulcerativa

ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO

481

Amigdalitis aguda

Excluye: absceso periamigdalino (J36)

angina de garganta:

- SAI (J02.9)
- aguda (J02.–)
- estreptocócica (J02.0)

dolor de garganta SAI (J02.9)

J03.8 Amigdalitis aguda debida a otros microorganismos especificados

Use código adicional (B95–B97), si desea identificar el agente infeccioso.

Excluye: faringoamigdalitis por virus del herpes (simple) (B00.2)

J03.9 Amigdalitis aguda, no especificada

Amigdalitis (aguda):

- SAI
- folicular
- gangrenosa
- infecciosa
- ulcerosa

Laringitis y traqueítis agudas

Use código adicional (B95–B97), si desea identificar el agente infeccioso.

Excluye: laringismo (estríduoso) (J38.5)

laringitis obstructiva aguda [crup] y epiglotitis (J05.–)

J04.0 Laringitis aguda

Laringitis (aguda):

- SAI
- edematosa

- subglótica
- supurativa
- ulcerativa

Excluye: laringitis crónica (J37.0)

laringitis debida a virus de la influenza:
identificado

- influenza aviar (J09†)
- otro (J10.1†)

no identificado (J11.1)

J04.1 Traqueítis aguda

Traqueítis (aguda):

- SAI
- catarral

Excluye: traqueítis crónica (J42)

CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE ENFERMEDADES

482

J04.2 Laringotraqueítis aguda

Laringotraqueítis SAI

Traqueítis (aguda) con laringitis (aguda)

Excluye: laringotraqueítis crónica (J37.1)

Laringitis obstructiva aguda [crup] y epiglotitis

Use código adicional (B95–B97), si desea identificar el agente infeccioso.

J05.0 Laringitis obstructiva, aguda [crup]

Laringitis obstructiva SAI

J05.1 Epiglotitis aguda

Epiglotitis SAI

Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, de sitios múltiples o no especificados

Excluye: infección aguda de las vías respiratorias inferiores SAI (J22)

virus de la influenza:

virus identificado

- influenza aviar (J09†)
- otro (J10.1†)

virus no identificado (J11.1)

J06.0 Laringofaringitis aguda

J06.8 Otras infecciones agudas de sitios múltiples de las vías respiratorias superiores

J06.9 Infección aguda de las vías respiratorias superiores, no especificada

Enfermedad aguda

Infección SAI

de las vías respiratorias superiores.

5.- Neumonía y bronconeumonía

(J12-J18 Excepto J18.2, J13 Y J14.)

J12.- Neumonía viral, no clasificada en otra parte

Incluye: bronconeumonía debida a otros virus diferentes al virus de la influenza

Excluye: neumonía (debida a) (en):

- aspiración (de):
- SAI (J69.0)
- durante la anestesia (en):
- embarazo (O29.0)
- puerperio (O89.0)
- trabajo de parto y parto (O74.0)
- neonatal (P24.9)
- sólidos y líquidos (J69.—)
- congénita (P23.0)
- influenza (J09, J10.0, J11.0)
- intersticial SAI (J84.9)

- lipóide (J69.1)

neumonitis congénita por rubéola (P35.0)

J12.0 Neumonía debida a adenovirus

J12.1 Neumonía debida a virus sincitial respiratorio

J12.2 Neumonía debida a virus parainfluenza

J12.8 Neumonía debida a otros virus

J12.9 Neumonía viral, no especificada

J15.- Neumonía bacteriana, no clasificada en otra parte

Incluye: bronconeumonía debida a otras bacterias diferentes a *S. pneumoniae* y *H. influenzae*

Excluye: enfermedad de los legionarios (A48.1)

neumonía congénita (P23.—)

neumonía debida a clamidias (J16.0)

J15.0 Neumonía debida a *Klebsiella pneumoniae*

J15.1 Neumonía debida a *Pseudomonas*

ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO

485

J15.2 Neumonía debida a estafilococos

J15.3 Neumonía debida a estreptococos del grupo B

J15.4 Neumonía debida a otros estreptococos

Excluye: neumonía debida a:

- estreptococos del grupo B (J15.3)

- *Streptococcus pneumoniae* (J13)

J15.5 Neumonía debida a *Escherichia coli*

J15.6 Neumonía debida a otras bacterias aeróbicas gramnegativas

Neumonía debida a *Serratia marcescens*

J15.7 Neumonía debida a *Mycoplasma pneumoniae*

J15.8 Otras neumonías bacterianas

J15.9 Neumonía bacteriana, no especificada

**J16 Neumonía debida a otros microorganismos
infecciosos, no clasificados en otra parte**

Excluye: neumocistosis (B59)

neumonía:

- SAI (J18.9)
- congénita (P23.-)

ornitosis (A70)

J16.0 Neumonía debida a clamidias

**J16.8 Neumonía debida a otros microorganismos infecciosos
Especificados**

**J17.- Neumonía en enfermedades clasificadas en otra
parte**

**J17.0* Neumonía en enfermedades bacterianas clasificadas en
otra parte**

Neumonía (debida a) (en):

- actinomicosis (A42.0†)
- carbunco [ántrax] (A22.1†)
- fiebre tifoidea (A01.0†)
- gonorrea (A54.8†)
- nocardiosis (A43.0†)
- salmonelosis (A02.2†)
- tos ferina (A37.-†)
- tularemia (A21.2†)

CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE ENFERMEDADES

486

J17.1* Neumonía en enfermedades virales clasificadas en otra parte

Neumonía en:

- enfermedad por citomegalovirus (B25.0†)
- rubéola (B06.8†)
- sarampión (B05.2†)
- varicela (B01.2†)

J17.2* Neumonía en micosis

Neumonía en:

- aspergilosis (B44.0–B44.1†)
- candidiasis (B37.1†)
- coccidioidomicosis (B38.0–B38.2†)
- histoplasmosis (B39.–†)

J17.3* Neumonía en enfermedades parasitarias

Neumonía en:

- ascariasis (B77.8†)
- esquistosomiasis (B65.–†)
- toxoplasmosis (B58.3†)

J17.8* Neumonía en otras enfermedades clasificadas en otra parte

Neumonía en:

- espiroquetosis, no clasificadas en otra parte (A69.8†)
- fiebre Q (A78†)
- fiebre reumática (I00†)
- ornitosis (A70†)

J18.- Neumonía, organismo no especificado

Excluye: absceso del pulmón con neumonía (J85.1)

neumonía (por):

- aspiración (debida a):

- SAI (J69.0)
- durante la anestesia en:
- embarazo (O29.0)
- puerperio (O89.0)
- trabajo de parto y parto (O74.0)
- neonatal SAI (P24.9)
- sólidos y líquidos (J69.–)
- congénita (P23.9)
- intersticial SAI (J84.9)
- lipóide (J69.1)

neumonitis debida a agentes externos (J67–J70)

trastornos pulmonares intersticiales agudos inducidos por
drogas (J70.2–J70.4)

J18.0 Bronconeumonía, no especificada

Excluye: bronquiolitis aguda (J21.–)

ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO

487

J18.1 Neumonía lobar, no especificada

J18.8 Otras neumonías, de microorganismo no especificado

J18.9	Neumonía,	no	específico.
--------------	------------------	-----------	--------------------